

ELECTRONIC CAMERA

INCORPORATION BY REFERENCE

The disclosures of the following priority applications are incorporated herein by reference:

Japanese Patent Application No. 11-275118 filed September 28, 1999.

Japanese Patent Application No. 11-318164 filed November 9, 1999.

BACKGROUND OF THE INVENTION

1. Field of the Invention

本発明は、被写体を撮像して電子的な画像データとして記録するデジタルスチルカメラのような電子カメラに関する。

2. Description of the Related Art

撮影レンズを通過した被写体像を撮像して画像データを出力するCCDのような撮像装置と、撮像装置から出力される画像データに対する增幅利得を調整してホワイトバランス調整や γ 補正などの画像処理を施す画像処理回路とを備えるデジタルカメラが知られている。画像処理回路では、撮像装置から出力される画像データに基づいて、あらかじめ定めたアルゴリズムによりホワイトバランス調整用のRゲインやBゲイン、あるいは γ 補正用の階調カーブなどのパラメータを算出して画像処理が行われる。

上述した従来のデジタルカメラでは、撮像された主要被写体および背景などの色彩情報を平均して無彩色とするようにホワイトバランス調整係数を算出し、算出された調整係数を用いて画像データに対するホワイトバランス調整が行われる。このようなカメラで人物を撮影するとき、その構図によって次のような問題が生じる。

(1) 被写界に占める顔などの肌色部分の割合が小さい場合は、主として肌色以外の色彩情報からホワイトバランス調整値が算出されるので、ホワイトバランス調整係数が肌色部分に対して調整不良を生じやすく、色落ちおよび色かぶり画像が発生するおそれがある。

09503627-021500

095036227, 021500

(2) ポートレート撮影のように人物のアップ撮影を行うとき、背景に花や緑などの彩度が高い色が多い場合に色彩情報を平均しても無彩色とならないことが多い。この結果、ホワイトバランス調整係数に調整不良を生じやすく、人物の肌色の色味が変わってしまうおそれがある。

SUMMARY OF THE INVENTION

本発明の目的は、撮影シーンを解析してホワイトバランス調整を行い、色落ち、色かぶり現象を十分に抑制できるようにした電子カメラを提供することにある。

上記目的を達成するため、本発明による電子カメラは、撮影レンズを通過する被写体像を撮像して画像データを出力する撮影用撮像装置と、撮影レンズに対して撮影用撮像装置と共に位置に配設され、被写体像を受光してシーン解析用画像データを出力する解析用撮像装置と、解析用撮像装置の大きな領域の画像データおよび解析用撮像装置の小さな領域の画像データの少なくとも一方を用いてゲインを算出するゲイン算出部と、撮影用撮像装置から出力された画像データに対してゲイン算出部で算出されたゲインをかけてゲイン調整を行うゲイン調整部とを備える。

大きな領域は、解析用撮像装置の撮像領域を、第1の所定数の画素を含む領域を1単位として分割した複数の第1領域であり、小さな領域は、解析用撮像装置の撮像領域を、第1の所定数よりも少ない第2の所定数の画素を含む領域を1単位として分割した複数の第2領域である。ゲイン算出部は、大きな領域および小さな領域のいずれか一方の画像データを、被写体に応じて選択し、選択した領域のデータを用いてゲインを算出するのが好ましい。

複数の第1領域の中に無彩色の画像データとみなされる領域があるか否かを判定し、無彩色の画像データとみなされる領域がないと判定するときは、さらに、複数の第2領域の中に肌色の画像データとみなされる領域があるか否かを判定する判定部をさらに備えることもできる。この場合、判定部により無彩色の画像データとみなされる領域があることが判定されていれば、ゲイン算出手段は、その無彩色の画像データとみなされる領域の画像データに基づいて、ゲインを算出し、判定部により肌色の画像データとみなされる領域があることが判定されていれば、

ゲイン算出手段は、その肌色の画像データとみなされる領域の画像データに基づいて、ゲインを算出する。

上記目的を達成するため、本発明による他の電子カメラは、上記撮影用撮像装置および解析用撮像装置と、解析用撮像装置の所定領域の画像データから、あらかじめ定めた一の色の画像データとみなされる領域を検出する検出部と、検出部で検出された領域の画像データの色に基づいてゲインを算出するゲイン算出部と、撮影用撮像装置から出力された画像データに対してゲイン算出部で算出されたゲインをかけてゲイン調整を行うゲイン調整部とを備える。

検出部は、(1)解析用撮像装置の撮像領域を、第1の所定数の画素を含む領域を1単位として分割してなる複数の第1領域のなかに、無彩色の画像データとみなされる領域があることを検出するとともに、(2)解析用撮像装置の撮像領域を、第1の所定数よりも少ない第2の所定数の画素を含む領域を1単位として分割してなる複数の第2領域のなかに、肌色の画像データとみなされる領域があることを検出する。無彩色の画像データとみなされる領域があることを検出できないときに、肌色の画像データとみなされる領域の検出を行うようにするのが好ましい。

無彩色によるホワイトバランス調整が適している第1の撮影モードと肌色によるホワイトバランス調整が適している第2の撮影モードのいずれかを選択する選択部をさらに備えることもできる。この場合、選択部で選択された撮影モードに応じて、検出部で検出する色を選択し、選択した色の画像データを用いてゲインを算出する。

スナップ撮影モードを選択する選択部を備える電子カメラにおいては、選択部でスナップ撮影モードが選択されているとき、検出部では少なくとも無彩色の画像データとみなされる領域を検出し、ゲイン算出部は無彩色の画像データとみなされる領域の画像データに基づいてゲインを算出することができる。一方、ポートレート撮影モードを選択する選択部を備える電子カメラでは、選択部でポートレート撮影モードが選択されているとき、検出部では少なくとも肌色の画像データとみなされる領域を検出し、ゲイン算出部は肌色の画像データとみなされる領域の画像データに基づいてゲインを算出することができる。

上記目的を達成するため、本発明によるさらに他の電子カメラは、上記撮影用

撮像装置および解析用撮像装置と、解析用撮像装置の所定領域の画像データを、色に関する第1の座標系および第2の座標系のいずれかの座標系の色データに変換する変換部と、変換部で変換された色データに基づいてゲインを算出するゲイン算出部と、撮影用撮像装置から出力された画像データに対してゲイン算出部で算出されたゲインをかけてゲイン調整を行うゲイン調整部とを備える。

変換部は、(1)解析用撮像装置の撮像領域を、第1の所定数の画素を含む領域を1単位として分割してなる複数の第1領域の画像データに対しては、第1の座標系による色データに変換するとともに、(2)解析用撮像装置の撮像領域を、第1の所定数よりも少ない第2の所定数の画素を含む領域を1単位として分割してなる複数の第2領域の画像データに対しては、第2の座標系による色データに変換する。

無彩色によるホワイトバランス調整が適している第1の撮影モードと肌色によるホワイトバランス調整が適している第2の撮影モードのいずれかを選択する選択部をさらに備えるようにしてもよい。この場合、変換部は、選択部で選択された撮影モードに応じて、解析用撮像装置の所定領域の画像データを第1の座標系または第2の座標系の色データに変換する。

スナップ撮影モードを選択する選択部を備える電子カメラでは、選択部でスナップ撮影モードが選択されているとき、変換部は解析用撮像装置の所定領域の画像データを第1の座標系の色データに変換することができる。一方、ポートレート撮影モードを選択する選択部を備える電子カメラでは、選択部でポートレート撮影モードが選択されているとき、変換部は解析用撮像装置の所定領域の画像データを第2の座標系の色データに変換することができる。

さらに、上記目的を達成するため、本発明による電子カメラは、上記撮影用撮像装置および解析用撮像装置と、解析用撮像装置の撮像領域を、第1の所定数の画素を含む領域を1単位として分割してなる複数の第1領域のそれぞれの画像データを、色に関する第1の座標系の色データに変換するか、または、解析用撮像装置の撮像領域を、第1の所定数よりも少ない第2の所定数の画素を含む領域を1単位として分割してなる、複数の第2領域のそれぞれの画像データを、色に関する第2の座標系の色データに変換する変換部と、変換部で変換された第1の座

標系または第2の座標系の色データ用いてゲインを算出するゲイン算出部と、撮影用撮像装置から出力された画像データに対してゲイン算出部で算出されたゲインをかけてゲイン調整を行うゲイン調整部とを備える。

無彩色によるホワイトバランス調整が適している第1の撮影モードと肌色によるホワイトバランス調整が適している第2の撮影モードのいずれかを選択する選択部を備えるようにしてもよい。この場合、変換部は、選択部で選択された撮影モードに応じて、シーン解析画像用データを第1の座標系または第2の座標系の色データに変換する。

スナップ撮影モードを選択する選択部を備える電子カメラでは、選択部でスナップ撮影モードが選択されているとき、変換部はシーン解析用画像データを第1の座標系の色データに変換することができる。一方、ポートレート撮影モードを選択する選択部を備える電子カメラでは、選択部でポートレート撮影モードが選択されているとき、変換部はシーン解析用画像データを第2の座標系の色データに変換することができる。

本発明の他の目的は、焦点検出領域などの所定の画像領域から主要被写体の肌色を検出してホワイトバランス調整を行い、人物の肌色の色味が変わらないようにした電子カメラを提供することにある。

上記目的を達成するため、本発明による電子カメラは、撮影レンズを通過する被写体像を撮像して画像データを出力する撮像装置と、撮影レンズに対して撮像装置と共に位置に配設され、被写体像を受光して色温度情報を検出する色温度検出部と、被写界の所定の領域に対応する色温度検出部の色温度情報をから肌色を検出し、この肌色を用いてゲインを算出するゲイン算出部と、撮像装置から出力された画像データに対してゲイン算出部で算出されたゲインをかけてゲイン調整を行うゲイン調整部とを備える。

この電子カメラには、被写界内の複数の領域において撮影レンズの焦点調節状態を検出する焦点検出部と、複数の領域の中から焦点検出部による検出領域を選択する焦点検出領域選択部と、焦点検出部により検出された焦点調節状態に基づいて、撮影レンズを合焦位置へ駆動するレンズ駆動部とを備えることができる。そして、この電子カメラでは、ゲイン算出部は、焦点検出領域選択部により選択

された検出領域に対応する色温度検出部の色温度情報から肌色を検出し、この肌色を用いてゲインを算出することができる。ゲイン算出部は、レンズ駆動部による焦点調節駆動が終了したときに検出している肌色を用いてゲインを算出し、ゲイン調整部は、このゲインを撮像装置から出力された画像データにかけてゲイン調整を行うようにしてもよい。

また、被写界の複数の領域において被写体像の輝度を検出する測光部と、複数の領域の中から測光部による測光領域を選択する測光領域選択部とを備える電子カメラでは、ゲイン算出部は、測光領域選択部により選択された測光領域に対応する色温度検出部の色温度情報から肌色を検出し、この肌色を用いてゲインを算出することができる。ゲイン算出部は、肌色が検出できないときは、あらかじめ定めた色に基づいてゲインを算出するのが好ましい。

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

図1は、一眼レフデジタルスチルカメラの第1の実施の形態の構成を示す図である。

図2は、一眼レフデジタルスチルカメラの信号処理系統の第1の実施の形態を示すブロック図である。

図3は、図2に示した信号処理系統のうちライン処理を行なう回路を説明するブロック図である。

図4は、シーン解析用撮像装置の画素配列を示す図である。

図5は、図4の撮像装置上に設けられたカラーフィルタの配列、および中領域分割を示す図である。

図6は、図4の撮像装置の小領域分割を示す図である。

図7は、色温度とホワイトバランス調整用ゲインの関係を示すグラフである。

図8は、R/G-B/G座標上に表した色温度曲線の図である。

図9は、集合判定を説明する図である。

図1.0は、赤ワイトバランス検出処理を示すフローチャートである。

図11は、半押しスイッチで起動されるプログラムを示すフローチャートである。

図12は、一眼レフデジタルスチルカメラの第1の実施の形態の構成を示す図である。

図13は、一眼レフデジタルスチルカメラの信号処理系統の第2の実施の形態を示すブロック図である。

図14は、色センサのフィルタ配列を示す図である。

図15は、R/G-B/G座標上に表した色温度曲線の図である。

図16は、焦点検出装置を説明する図である。

図17は、領域選択スイッチを説明する図である。

図18は、接眼レンズを通して観測される画面の図である。

図19は、ホワイトバランス検出処理を表すフローチャートである。

図20は、撮影処理を表すフローチャートである。

DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENT

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

－第1の実施の形態－

図1に示すように、この実施の形態による一眼レフデジタルスチルカメラは、カメラ本体70と、カメラ本体70に着脱されるファインダ装置80と、レンズ91と絞り92を内蔵してカメラ本体70に着脱される交換ズームレンズ90とを備える。被写体光は交換ズームレンズ90を通ってカメラ本体70に入射し、レリーズ前は点線で示す位置にあるクイックリターンミラー71でファインダ装置80に導かれてファインダマット81に結像するとともに、焦点検出装置36にも結像する。ファインダーマット81に結像する被写体光はさらにペントプリズム82で接眼レンズ83に導かれる。また、被写体光はレリーズ前に、プリズム84と結像レンズ85を通ってシーン解析用撮像装置86に入射して被写体像を結像する。レリーズ後はクイックリターンミラー71が実線で示す位置に回動し、被写体光はシャッタ72を介して撮影用撮像装置73上に結像する。シーン解析用撮像装置86は、撮影レンズ91に対して撮影用撮像装置73と共に位置に配設される。

図2は本発明によるデジタルカメラの一実施の形態の回路を示すブロック図で

095394201500

ある。C P U 2 1 にはレリーズボタンに連動する半押しスイッチ 2 2 と全押しスイッチ 2 3 から半押し信号と全押し信号がそれぞれ入力される。半押しスイッチ 2 2 が操作されて半押し信号が入力されると、C P U 2 1 からの指令により焦点検出装置 3 6 が交換ズームレンズ 9 0 の焦点調節状態を検出し、交換ズームレンズ 9 0 に入射する被写体光が撮影用撮像装置 7 3 、すなわち図 2 では撮影装置 2 6 上で結像するようにレンズ駆動装置 3 7 がレンズ 9 1 を合焦位置へ駆動する。C P U 2 1 にはレンズ情報入力部 3 8 を介して交換ズームレンズ 9 0 の絞り値などのレンズ情報が入力される。C P U 2 1 は、タイミングジェネレータ 2 4 とドライバ 2 5 を介して撮像装置 2 6 を駆動制御する。撮像装置 2 6 はたとえばC C D であり、以下ではC C D として説明する。タイミングジェネレータ 2 4 によりアナログ処理回路 2 7 とA／D変換回路 2 8 の動作タイミングが制御される。

半押しスイッチ 2 2 のオン操作に引続いて全押しスイッチ 2 3 がオン操作されるとクイックリターンミラー 7 1 が上方に回動し、交換ズームレンズ 9 0 からの被写体光はC C D 2 6 の受光面上で結像し、C C D 2 6 には被写体像の明るさに応じた信号電荷が蓄積される。C C D 2 6 に蓄積された信号電荷はドライバ 2 5 により掃き出され、A G C 回路やC D S 回路などを含むアナログ信号処理回路 2 7 に入力される。アナログ信号処理回路 2 7 でアナログ画像信号に対してゲインコントロール、雑音除去等のアナログ処理が施された後、A／D変換回路 2 8 によってデジタル信号に変換される。デジタル変換された信号は、たとえば、A S I C として構成される画像処理回路 2 9 に導かれ、そこで後述するホワイトバランス調整、輪郭補償、ガンマ補正等の画像前処理が行われる。

画像前処理が行なわれた画像データに対してはさらに、補間処理やJ P E G圧縮のためのフォーマット処理（画像後処理）が行なわれ、フォーマット処理後の画像データが一時的にバッファメモリ 3 0 に格納される。

バッファメモリ 3 0 に格納された画像データは、表示画像作成回路 3 1 により表示用の画像データに処理され、L C D 等の外部モニタ 3 2 に撮影結果として表示される。また、バッファメモリ 3 0 に記憶された画像データは、圧縮回路 3 3 によりJ P E G方式で所定の比率にデータ圧縮を受け、図示しないインターフェースを介してフラッシュメモリなどの記録媒体（メモリカード） 3 4 に記録され

る。

図3はCCD26からの画像データに対してラインごとに信号処理するライン処理回路100である。このライン処理回路100は、上述した画像処理回路29に設けられて画像前処理を行う。このライン処理回路100は、A/D変換回路28から出力される12ビットのR、G、B信号に対して後述する各種の信号処理を行なうものであり、デジタルクランプ回路101と、ゲイン設定回路102と、ゲイン調整回路103と、黒レベル回路104と、 γ 補正回路105とを有する。

A/D変換回路28から出力される12ビットのR、G、B信号は、CCD26の出力に対して1ラインごとに点順次で、欠陥のある画素（そのアドレスがあらかじめ特定されてレジスタにセットされている）からのデータを補正したのちデジタルクランプ回路101に入力される。デジタルクランプ回路101は、CCD26の出力に対して1ラインごとに点順次で、オプティカルブラックとして使用する複数の画素データの加重平均をそのラインの各画素データから減算する。

ゲイン設定回路102はR、G、B各色の画素データに対する調整用ゲインを設定する。調整用ゲインの設定は、CCD26から出力される各色の画素データごとにゲインを与え、与えられたゲインにより各色の出力レベルが所定のレベルとなるように設定される。CCD26のばらつきによりCCD26から出力される画素データの出力レベルが異なる場合でも、調整用ゲインが設定されることにより、ゲイン調整回路103に入力される画像データレベルがCCD26の器差にかかわらず所定のレベルに補正される。ゲイン調整回路103は入力されたR、B各色の画素データに対し、後述するシーン検出処理回路35で算出され、CPU21内のメモリに記憶されているRゲインとBゲインのホワイトバランス調整用ゲインを読み出してR、B信号にかけ合わせることにより、ホワイトバランス調整を行う。

黒レベル回路104は、CCD26の出力に対して1ラインごとに点順次で、あらかじめ決定されてCPU21のレジスタに格納されている値をR、G、B信号に対して加算する。 γ 補正回路105は、CCD26の出力に対して1ラインごとに点順次で、階調ルックアップテーブルを用いて γ 補正を行なう。

－ホワイトバランス検出－

図2のシーン検出処理回路35で行われるホワイトバランス検出処理について詳細に説明する。シーン検出処理回路35は、シーン解析用撮像装置86と、シーン解析用撮像装置86からのアナログ信号をデジタル信号に変換するA/D変換回路35Bと、変換されたデジタル信号に基づいてホワイトバランス調整係数を生成するCPU35Cとを含む。CPU35Cはシーン解析用撮像装置86で撮像されたデジタルデータにより、撮影されたシーンを解析してホワイトバランスを検出してホワイトバランス調整用ゲインを決定する。ここで、シーン解析とは、たとえば撮影シーンのRGB信号の分布状態等に関する解析を意味する。

シーン解析用撮像装置86は、たとえば図4に示すように横24列×縦20行に分割された480個の画素を有する1枚の2次元CCDである。撮像装置86の表面には図5に示すように、480画素に対応して横24列×縦20行の480ブロックに分割されたRGBカラーフィルタ861が配設されている。480ブロックのRGBフィルタを図5に示すように、それぞれが横6列×縦5行のフィルタ素子を有するように16個の中領域ブロックM11, M12……M43, M44にグルーピングして第1のシーン解析に利用する。また、480ブロックのRGBフィルタを図6に示すように、それぞれが横3列×縦4行のフィルタ素子を有するように40個の小領域ブロックS11, S12……S57, S58にグルーピングして第2のシーン解析に利用する。

第1のシーン解析では、撮像装置86から出力された画像データにおいて、図5に示されるように分割された16個の各ブロックごとに色相を持たない色、いわゆる無彩色の検出が行われる。被写界を16個程度の中領域ブロックに分割する場合、1つのブロックには被写体の複数の色が存在する可能性が強くなる。そこで、第1のシーン解析は各ブロック内に存在するRGB色データを平均することにより、複数の色が存在する場合に平均値が無彩色となることを利用して、R、G、B色のデータを平均して無彩色の検出を行う。分割された16個の各ブロックMm nには、R、G、Bの各色についてそれぞれ10個ずつのデータが存在するので、次式(1)～(3)を用いて各ブロックMm nごとに各色データの平均値RM(m, n)、GM(m, n)およびBM(m, n)を算出する。

$$RM(m, n) = \frac{\sum_{k=1}^{10} Rk}{10} \quad (1)$$

$$GM(m, n) = \frac{\sum_{k=1}^{10} Gk}{10} \quad (2)$$

$$BM(m, n) = \frac{\sum_{k=1}^{10} Bk}{10} \quad (3)$$

$m = 1 \sim 4$ の整数、 $n = 1 \sim 4$ の整数、

ただし、 $RM(m, n)$ は中領域ブロック $Mm n$ に属する 10 個の R データの平均値、
 $GM(m, n)$ は中領域ブロック $Mm n$ に属する 10 個の G データの平均値、
 $BM(m, n)$ は中領域ブロック $Mm n$ に属する 10 個の B データの平均値である。

合計 16 個のブロックごとに算出された R、G、B 色のデータの平均値を用いて、JISZ8725 「光源の分布温度及び色温度・相関色温度の測定方法」にしたがつて RGB 3 原色のデータを TC-Duv 座標のデータに変換する。TC-Duv 座標上に変換後の 16 個のデータの色温度 (TC) をプロットしたとき、Duv 軸の値がたとえば ± 10 以内となるデータは無彩色と判定し、 ± 10 を超えるデータは無彩色でないと判定する。第 1 のシーン解析の結果、16 個のデータの色温度の中で無彩色と判定されるデータが存在する場合は、このデータの色温度を図 7 のように定められている色温度 - ホワイトバランス調整用ゲインの関係に当てはめて、R データに対するホワイトバランス調整用 R ゲイン、および B データに対するホワイトバランス調整用 B ゲインを決定する。

図 7 に定められている R ゲインおよび B ゲインの値は、TC-Duv 座標にプロットされたデータの Duv 軸の値を 0 とするように、すなわち、無彩色と判定されたデータをより無彩色に近づけるようにあらかじめ実測により決定し、色温度の関数として表した値である。これら R ゲインおよび B ゲインの値はルックアップテーブルとして CPU35C の記憶領域に格納されており、色温度に対応して読出される。

なお、16 個のブロックのデータのうち無彩色と判定されたデータが複数存在

する場合は、無彩色と判定されたすべてのデータの色温度の平均値を算出し、算出された色温度の平均値を図7の色温度-ホワイトバランス調整用ゲインの関係に当てはめてRゲインおよびBゲインを決定する。もし、16個のブロックのデータのうち無彩色と判定されるデータが1つも存在しない場合は、第1のシーン解析によるホワイトバランス調整係数の設定をしない。

第2のシーン解析では、撮像装置86から出力された画像データにおいて、図6に示されるように分割された40個の各ブロックごとに所定の色、たとえば肌色の検出が行われる。被写界を40個程度の小領域ブロックに分割する場合、1つのブロックに存在する被写体の色が1色である可能性が強くなる。そこで、第2のシーン解析は各ブロックに存在する特定の色を検出する。とくに、この実施の形態では人の顔の色、すなわち肌色を検出する。分割された各ブロック $S_{i,j}$ には、R、G、Bの各色についてそれぞれ4個ずつのデータが存在するので、次式(4)～(6)を用いて各ブロック $S_{i,j}$ ごとに各色データの平均値 $RS(i,j)$ 、 $GS(i,j)$ および $BS(i,j)$ を算出する。

$$RS(i,j) = \frac{\sum_{k=1}^4 R_k}{4} \quad (4)$$

$$GS(i,j) = \frac{\sum_{k=1}^4 G_k}{4} \quad (5)$$

$$BS(i,j) = \frac{\sum_{k=1}^4 B_k}{4} \quad (6)$$

$i = 1 \sim 5$ の整数、 $j = 1 \sim 5$ の整数、

ただし、 $RS(i,j)$ は小領域ブロック $S_{i,j}$ に属する4個のRデータの平均値、 $GS(i,j)$ は小領域ブロック $S_{i,j}$ に属する4個のGデータの平均値、 $BS(i,j)$ は小領域ブロック $S_{i,j}$ に属する4個のBデータの平均値である。

合計40個のブロックごとに算出されたR、G、B色データの平均値を用いて、RデータとGデータの比、およびBデータとGデータの比を算出して図8に示すようなR/G-B/G座標のデータに変換する。 R/G は上式(4)÷上式(5)で算出さ

れ、 B/G は上式(6)÷上式(5)で算出される。図8は $R/G-B/G$ 座標で示される色温度曲線を示す図である。図8において、色温度が4500Kを下回る左下部分の色温度が低く、上部になるほど色温度が高くなり、最上部で色温度が6500Kを超えることを示している。図8で一点鎖線で囲まれた領域81は、第2のシーン解析で検出する肌色領域である。なお、図8の色温度曲線はルックアップテーブルとしてCPU35Cの記憶領域に格納されており、 R/G および B/G に対応して色温度値が読み出される。

上述したように40個のブロックごとに算出された R/G 、 G 、 B 色データの平均値の比 R/G および B/G に基づいて40個のデータを $R/G-B/G$ 座標上にプロットしたとき、領域81内となるデータは肌色と判定し、領域81から外れるデータは肌色でないと判定する。第2のシーン解析の結果、40個のデータから肌色と判定されるデータが存在する場合は、肌色と検出された領域の周囲にも肌色が検出されるかどうかの集合判定が行われる。たとえば、図6において小分割領域S25で肌色が検出されると、図9に示すように領域S14～S16、領域S24、領域S26、および領域S34～S36の計8つの領域で肌色判定が行われる。領域S25の周囲8つの領域のうち、たとえば3つ以上の領域で肌色が検出されると、領域S25のデータは肌色データとして保存される。一方、周囲8つの領域において肌色が検出された領域が2つ以下の場合には、領域S25のデータは孤立データと見なされて肌色データとして保存されない。

肌色データを保存したS25のような領域が複数存在する場合は、上述したようにその領域 $S_{i,j}$ ごとに図8の色温度曲線により求められた色温度の平均値が算出される。算出された色温度の平均値を図7の色温度-ホワイトバランス調整用ゲインの関係に当てはめて、 R データに対するホワイトバランス調整用 R ゲイン、および B データに対するホワイトバランス調整用 B ゲインを決定する。肌色データを保存したS25のような領域が1つだけ存在する場合は、その領域において求められた色温度をそのまま図7に適用してホワイトバランス調整用の R ゲインおよび B ゲインを決定する。もし、40個のブロックのうち肌色データを保存した領域が1つも存在しない場合は、第2のシーン解析によるホワイトバランス調整係数の設定をしない。

上述した第1のシーン解析および第2のシーン解析でホワイトバランス調整係数が決定されなかった場合、デフォルト値としてCPU35C内のメモリに記録されている色温度の値5500Kが読出される。この5500Kを図7に適用することにより、デフォルト値としてのホワイトバランス調整係数RゲインおよびBゲインが決定される。

上述したように決定されたゲイン調整値RゲインとBゲインは、ホワイトバランス調整値としてCPU21のレジスタに一旦格納される。上述したゲイン調整回路103において、ゲイン調整回路103に入力されたR、B各色の画素データに対してホワイトバランス調整が行われるとき、上記CPU21内に格納されたRゲインとBゲインが読出されてR、B信号にそれぞれかけ合わされる。

以上のホワイトバランス検出処理を図10のフローチャートを参照して説明する。ホワイトバランス検出処理は、デジタルスチルカメラの電源がオンされている間に所定の間隔で繰り返し行われる。ステップS11において、シーン解析用撮像装置86で信号電荷が蓄積され、蓄積された電荷が掃き出されてA/D変換回路35Bでデジタルデータに変換された後、CPU35Cに取り込まれる。ステップS12において、CPU35Cに取り込まれたデータが16個の中領域ブロックに分割され、分割されたブロックごとに存在するR、G、B各色のデータの平均値がそれぞれ算出される。ステップS13では16組のRGBデータがTC-Duv座標のデータに座標変換され、ステップS14で座標変換後のデータから無彩色データの検出が行われる。

ステップS15において、検出された無彩色データがあるか否かが判定され、2つ以上の無彩色データがあると判定された場合(ステップS15のY(2つ以上))はステップS16へ進み、検出された無彩色データの色温度の平均値を算出してステップS17へ進む。ステップS15において1つの無彩色データがあると判定された場合(ステップS15のY(1つ))は、この無彩色データの色温度をもってステップS17へ進む。以上のステップS12～ステップS15が第1のシーン解析処理である。

一方、ステップS15において検出された無彩色データがないと否定判定された場合(ステップS15のN)は、ステップS19以降の第2のシーン解析が行わ

れる。ステップS19において、ステップS11でC P U 3 5 Cに取り込まれたデータが40個の小領域ブロックに分割され、分割されたブロックごとに存在するR、G、B各色のデータの平均値がそれぞれ算出される。ステップS20では40組のR G BデータがR/G-B/G座標のデータに座標変換され、ステップS21で座標変換後のデータから肌色データの検出が行われる。

ステップS22では、肌色データが検出された小領域ブロックの周囲8つの小領域ブロックにおいて、所定数以上の肌色が検出された場合のみ肌色データとしてみなす集合判定処理が行われる。集合判定処理の結果、肌色データとしてみなされた肌色データがあるか否かがステップS23で判定され、2つ以上の肌色データがあると判定された場合(ステップS23のY(2つ以上))はステップS24へ進み、検出された肌色データより算出した色温度の平均値を算出してステップS17へ進む。ステップS23において1つの肌色データがあると判定された場合(ステップS23のY(1つ))は、この肌色データの色温度をもってステップS17へ進む。ステップS23で肌色データがないと判定された場合(ステップS23のN)はステップS25へ進み、デフォルト値としてC P U 3 5 Cに記憶されている色温度の値5500Kを読み出してステップS17へ進む。

ステップS17において、色温度に基づいてC P U 3 5 Cの記憶領域に格納されているルックアップテーブルからホワイトバランス調整用のRゲインおよびBゲインが読み出される。読み出されたRゲイン、Bゲインの値がステップS18でC P U 2 1内に格納されることにより、図10の処理が終了する。

このように構成されたデジタルスチルカメラの動作について説明する。図11は半押しスイッチで起動されるプログラムを示すフローチャートである。半押しスイッチ22が操作されるとステップS31において撮影ズームレンズ90の焦点検出動作と被写体の輝度を検出する測光動作が行われる。焦点検出装置36により焦点調節状態が検出されると、検出された焦点調節状態に基づいてレンズ駆動装置37がレンズ91を合焦位置へ駆動する。被写体の輝度検出はシーン解析用撮像装置86から出力されたデータを用いてC P U 3 5 Cで行われる。C P U 3 5 Cが検出した輝度データをC P U 2 1に出力すると、C P U 2 1は輝度データおよびレンズ情報入力部38から送出されたズームレンズ90の絞り値に基づ

いて露出演算を行う。

ステップS32において、上述したようにCPU21のレジスタ内に格納されているホワイトバランス調整用のRゲイン、Bゲイン値が読出される。ステップS33において全押しスイッチ23が操作されたと判断されると、クイックリターンミラーが跳ね上がり、撮影シーケンスが開始される。ステップS34では、CCD26の各画素が受光信号を蓄積し、蓄積終了後、全画素の蓄積電荷が順次読出される。ステップS35において、読出された画像データはアナログ信号処理回路27で処理された後、A/D変換回路28でデジタル画像データに変換され、画像処理回路29に入力される。次にステップS36に進み、上述したホワイトバランス調整、γ階調補正、JPEGフォーマット化処理などが画像処理回路29で行なわれる。画像処理が終了するとステップS37に進み、画像処理後の画像データをいったんバッファメモリ30に記憶する。ステップS38において、バッファメモリ30から画像データを読込んでJPEG圧縮回路33でデータを圧縮する。ステップS39では、圧縮した画像データをメモリカード34に記憶して処理を終了する。

上記の説明では、自然光の下で撮影する場合を想定して説明したが、たとえば、蛍光灯の下で撮影する場合はホワイトバランス調整用ゲインを調整する必要が生じる。一般に、自然光の下で撮影したときより蛍光灯の下で撮影したときの方が、撮影されたRGBデータの色温度が高くなる。この色温度差は図7のRゲインおよびBゲインの値を所定量補正することで補正される。そこで、RゲインおよびBゲインの値を格納したルックアップテーブルを自然光の下での撮影用と蛍光灯の下での撮影用に2組用意し、撮影時の撮影光に応じて切換えて読出すようとする。

この実施の形態の特徴についてまとめる。

(1) ステップ S 1.2 ～ステップ S 1.5 の第 1 のシーン解析では被写界を 16 個の中領域に分割し、分割された領域ごとに R G B の各色データの平均を求め、TC-Duv 座標上のデータに変換して無彩色データを検出するようにした。この結果、1 つの中領域ブロックに被写体の複数の色が存在する可能性が強くなるので、ブロック内の R G B 色データを平均することにより無彩色の検出を行いやすくする

効果がある。また、分割された領域数が多いと TC-Duv 座標への変換処理時の演算量が多くなるが、16 領域とすることで C P U の負担を軽減することができ、処理時間を短縮する効果が得られる。

(2) 第 1 のシーン解析で検出された無彩色データの色温度の平均値を算出し、算出された色温度の平均値に応じてホワイトバランス調整用の R ゲインおよび B ゲインを決定するようにしたので、全画面に対して平均的なホワイトバランス調整が行われて、被写体の色を再現することが可能になる。

(3) ステップ S 1 9 ~ ステップ S 2 3 の第 2 のシーン解析では被写界を 40 個の小領域に分割し、分割された領域ごとに R G B の各色データの平均を求め、 R/G-B/G 座標上のデータに変換して肌色データを検出するようにした。さらに検出された肌色データに集合判定処理を施して、周囲のデータのうち所定数以上のデータが肌色である場合に改めて肌色データとみなすようにした。この結果、1 つの小領域ブロックの被写体は 1 色である可能性が強くなるので、ブロックに存在する特定の色の検出を行いやすくする効果がある。なお、この集合判定処理は省略してもよい。

(4) 第 2 のシーン解析で肌色データとみなされたデータの色温度の平均値を算出し、算出された色温度の平均値に応じてホワイトバランス調整用の R ゲインおよび B ゲインを決定するようにしたので、被写界の肌色部分に対して最適なホワイトバランス調整が行われる。したがって、たとえば、緑色を背景にして人物を撮影する場合など、背景の色に関係なく人の肌色を再現することが可能になる。

(5) シーン解析用撮像装置 8 6 はファインダー装置 8 0 内に配設されるようにしたので、全押しスイッチ 2 3 の操作によりミラー 7 1 がミラーアップされる前にシーン解析用撮像装置 8 6 でシーン解析用データを撮像し、ホワイトバランス調整用ゲインを決定して C P U 2 1 内に格納しておくことが可能になる。したがって、全押しスイッチ 2 3 の操作により行われるステップ S 3 4 からの撮影シーンにおいてホワイトバランス調整用ゲインを決定する必要がないから、撮影シーンでシーン解析用データが撮像される場合に比べて撮影処理時間を短縮することができる。

(6) シーン解析用撮像装置 8 6 は、シーン解析用データの撮像と被写体の輝度

検出の両方に兼用されるようにしたので、兼用しない場合に比べて実装スペースを小さくすることができる上に、コストを低減する効果が得られる。

以上の説明では、第1のシーン解析で被写界を16個の中領域に分割し、第2のシーン解析で被写界を40個の小領域に分割するようにしたが、これらの分割数は説明した通りでなくてもよい。また、等分となるように方形に分割するように説明したが、これらは等分割でなくてもよく、必ずしも方形に分割しなくてもよい。さらにまた、シーン解析用撮像装置86で受光された領域の全域を分割するようにしたが、特定の領域だけを使用するようにしてもよい。

上記説明では、第1のシーン解析で分割された16の領域による16組のRGBデータをTC-Duv座標のデータに座標変換し、第2のシーン解析で分割された40の領域による40組のRGBデータをR/G-B/G座標のデータに座標変換するようにした。分割数が必ずしも16および40でない場合は、分割数が少ない方のデータを用いてTC-Duv座標のデータに座標変換し、分割数が多い方のデータを用いてR/G-B/G座標のデータに座標変換すればよい。また、分割される領域の数によらず、撮影する目的に応じて変換する座標を選択できるようにしてもよい。たとえば、スナップ撮影のように多色の被写体を撮影する場合にTC-Duv座標を選択すれば、全ての色に対して平均的なホワイトバランス調整を行うことができ、ポートレート撮影のように人物を撮影する場合にR/G-B/G座標を選択すれば、肌色などの特定の色に対して最適なホワイトバランス調整を行うことができる。

上述した説明では、第2のシーン解析において肌色を検出してホワイトバランス調整用ゲインを決定するようにしたが、肌色の代わりに、たとえば緑色や無彩色を検出するようにしてもよい。また、人物を撮影する場合は肌色を検出し、風景を撮影する場合は緑色を検出するように、撮影モードに応じて検出する色を切換えるようにすることもできる。たとえば、遠景撮影モードに設定された場合に緑色を検出するようにし、ポートレート撮影モードに設定された場合に肌色を検出するようすれば、それぞれ検出される色に対して最適なホワイトバランス調整が行われるようになる。さらにまた、肌色や緑色などの複数の色を検出して、集合判定処理により集合判定されたデータの数が最大となる色を採用してホワイトバランス調整用ゲインを決定してもよい。

以上の説明では、第1のシーン解析が行われた結果、無彩色が検出されなかつた場合に第2のシーン解析が行われるようにしたが、第1のシーン解析および第2のシーン解析のいずれか一方を選択して行い、選択されたシーン解析により得られた色温度に基づいてホワイトバランス調整ゲインを決定するようにしてもよい。また、両方のシーン解析を行うようにして、両シーン解析により得られた2つの色温度を平均してホワイトバランス調整用ゲインを決定するようにすることもできる。

以上の説明では、一眼レフデジタルスチルカメラについて説明したが、一眼レフでないデジタルカメラにも本発明を適用することができる。この場合、ビームスプリッタやハーフミラーなどを用いて撮影用撮像装置およびシーン解析用撮像装置に被写体像を別々に結像させる。また、上述した説明では、撮影用撮像装置およびシーン解析用撮像装置を別々に設けたが、撮影用撮像装置がシーン解析用撮像装置を兼用するようにしてもよい。この場合には、電源オン時、レリーズボタンの操作にかかわらず液晶モニタなどの表示器に撮影用撮像装置で撮像された被写体像をスルー画像として繰り返し表示するようにし、また、撮影用撮像装置で撮像されたデータを用いて上述したようにホワイトバランス調整用ゲインを決定する。そして、レリーズ操作が行われたときに撮像された被写体画像データに對して、上記のホワイトバランス調整用ゲインによりホワイトバランス調整を行う。

また、上記の説明では色に関する座標系として、TC-Duv 座標系および R/G-B/G 座標系を使用したが、色差信号 R-Y および B-Y を用いた座標系を使用して行うようにすることもできる。

－第2の実施の形態－

図12は第2の実施の形態による電子カメラの全体構成を示す図である。図1と同様な箇所には同様な符号を付して相違点を主に説明する。186は撮影レンズ91に対して撮像装置73と共に位置に配設される色センサである。この色センサ186は、第1の実施の形態のシーン解析用撮影像装置86と同様な撮像装置であり、ファインダーマット81に結像する被写体光はさらにペンタプリズム82、プリズム84、結像レンズ85を通って色センサ186に入射して被写

体像を結像する。

図13は本発明によるデジタルカメラの第2の実施の形態の回路を示すブロック図2に示す第1の実施の形態の回路図と同様な箇所には同様な箇所には同一の符号を付して相違点を主に説明する。CPU21には後述する測光結果を保持するAEロックスイッチ17、後述する焦点検出結果を保持するAFロックスイッチ18、焦点検出領域および測光領域を選択する領域選択スイッチ19a～19dからの入力信号が入力される。焦点検出装置36は複数の焦点検出領域を有し、選択されたいずれか1つの焦点検出領域において焦点調節状態を検出する。CPU21にはホワイトバランス検出回路135が接続されている。

－ホワイトバランス検出－

図13のホワイトバランス検出回路135で行われるホワイトバランス検出処理について詳細に説明する。ホワイトバランス検出回路135は、上述した色センサ186と、色センサ186からのアナログ信号をデジタル信号に変換するA/D変換回路135Bと、変換されたデジタル信号に基づいてホワイトバランス調整係数を生成するCPU135Cと、参照用ルックアップテーブルが記録されたメモリ135Dとを含む。CPU135Cは、色センサ186で撮像されたデジタルデータよりホワイトバランスを検出してホワイトバランス調整用ゲインを決定する。本実施の形態では、CPU135Cがデジタルデータの色情報に基づいて肌色を検出し、検出された肌色に応じてホワイトバランス調整係数、すなわち、ホワイトバランス調整用のRゲインおよびBゲインを決定する。なお、本明細書では、肌色をより肌色にするようなゲイン調整もホワイトバランス調整と呼ぶ。

色センサ186は、たとえば図14に示すように横24列×縦20行に分割された480個の画素を有する1枚の2次元撮像素子である。色センサ186の表面には、480画素に対応して横24列×縦20行の480ブロックに分割されたRGBカラーフィルタ86Fが配設されている。被写体光がこのような色フィルタを通して撮像されることにより、被写体光はR色信号、G色信号およびB色信号に分解されて撮像される。CPU135Cで色情報を検出するとき、後述する焦点検出装置36で選択された焦点検出領域に対応して、色センサ186から

被写体光の色データが読出される。

図14において、点186V～186Wは焦点検出領域に対応する色センサ186上の位置を表す。たとえば、後述する焦点検出領域の設定により、焦点検出領域が被写界の中央に設定された場合は、色センサ186の中央の点186Wを中心とする横6画素×縦4画素の方形領域内(図14に斜線で示す)に存在するR、GおよびB色の色データが読出される。

読出された色データについて、横方向に隣接する一組のR、G、B色のデータを注目画素iと呼び、方形領域内から読出された各注目画素iについて、R色データとG色データの比R/G、およびB色データとG色データの比B/Gがそれぞれ算出される。横6画素×縦4画素の場合、注目画素は8個存在する。算出されたR/GおよびB/Gについて、次式(7)、(8)を用いることにより肌色らしいデータが検出される。

$$\text{SRGLOWER} < F_i(R/G) < \text{SRGUPPER} \quad (7)$$

$$\text{SBGLOWER} < F_i(B/G) < \text{SBGUPPER} \quad (8)$$

ただし、SRGLOWERおよびSRGUPPERは肌色判定時におけるR色比率の下限閾値および上限閾値であり、SBGLOWERおよびSBGUPPERは肌色判定時におけるB色比率の下限閾値および上限閾値である。また、 $F_i(R/G)$ および $F_i(B/G)$ は注目画素iにおけるR信号とG信号の比、およびB信号とG信号の比である。これらの閾値は、メモリ135Dにあらかじめ記憶されているもので、たとえば、 $0.9 < F_i(R/G) < 1.1$ および $0.7 < F_i(B/G) < 0.9$ のように与えられる。

上式(7)、(8)を満足する肌色らしいデータを注目画素jとして、全ての注目画素jのR/Gの平均値、および全ての注目画素jのB/Gの平均値が次式(9)、(10)により算出される。

$$\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m F_j(R/G) \quad (9)$$

$$\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m F_j(B/G) \quad (10)$$

ただし、 $F_j(R/G)$ は注目画素 j における R 信号と G 信号の比、

$F_j(B/G)$ は注目画素 j における B 信号と G 信号の比、

m は上式 (7)、(8) を満足する注目画素 j の数である。

算出された R/G および B/G の平均値に基づいて相関色温度が決定される。

図 15 は相関色温度曲線を表す図であり、横軸が R/G 、縦軸が B/G である。R 信号および B 信号を G 信号で除算することにより、被写体の色における赤色成分と青色成分を被写体の輝度差による影響を除いて表すことができる。色温度が高くなると青色成分が強くなり、色温度が低くなると赤色成分が強くなる。図 15 の相関色温度曲線があらかじめメモリ 135D にルックアップテーブルとして記憶されているので、上式 (9)、(10) で算出された結果に応じてメモリ 135D から相関色温度が読出される。読出された相関色温度から R データに対するホワイトバランス調整用 R ゲイン、および B データに対するホワイトバランス調整用 B ゲインが上述した図 7 を用いて決定される。

上述したように図 7 は相関色温度と R ゲインおよび B ゲインとの関係を表す図である。R ゲインおよび B ゲインの値は、検出された肌色らしい色をより肌色に近づけるようにあらかじめ実測データに基づいて決定し、色温度の関数として表したものである。これら R ゲインおよび B ゲインの値はルックアップテーブルとしてメモリ 135D にあらかじめ記憶されており、上述したように求められた相関色温度に応じてメモリ 135D から読出される。読出された R ゲインおよび B ゲインの値がホワイトバランス調整時に使用するホワイトバランス調整係数として決定される。このホワイトバランス調整用ゲインは、メモリ 135D に記憶されるとともに CPU21 を介して画像処理 CPU29 へ送られる。

上述したように決定されたホワイトバランス調整係数は、以降に CCD26 で撮像される画像データに対してゲイン調整回路 103 で行われるホワイトバランス調整時に使用される。ホワイトバランス調整は、ホワイトバランス検出領域に関係なく、CCD26 で撮像された全域の R 信号および B 信号に対してホワイトバランス調整用の R ゲインおよび B ゲインがそれぞれかけ合わされることによって行われる。

－焦点検出－

図16を参照して焦点検出装置36の構成およびこの焦点検出装置36による焦点検出動作の原理について説明する。焦点検出装置36はCPU21により制御され、赤外光カットフィルタ700、視野マスク900、フィールドレンズ300、開口マスク400、再結像レンズ501および502、そしてイメージセンサ310などで構成される。領域800は撮影レンズ91（図12）の射出瞳である。また、領域801、802は、開口マスク400に穿設される開口部401、402をフィールドレンズ300によって領域800上に逆投影した像の存在する領域である。なお、赤外光カットフィルタ700の位置は視野マスク900の右側でも左側でも構わない。領域801、802を介して入射した光束は、CCD26の等価面600上で焦点を結んだ後、赤外光カットフィルタ700、視野マスク900、フィールドレンズ300、開口部401、402および再結像レンズ501、502を通りイメージセンサアレイ310a、310b上に結像する。

これらイメージセンサアレイ310a、310b上に結像した一対の被写体像は、撮影レンズ91がCCD26の等価面600よりも前（被写体側）に被写体の鮮銳像を結ぶいわゆる前ピン状態では互いに近づき、逆にCCD26の等価面600よりも後に被写体の鮮銳像を結ぶいわゆる後ピン状態では互いに遠ざかる。そして、イメージセンサアレイ310a、310b上に結像した被写体像が所定の間隔となるときに被写体の鮮銳像はCCD26の等価面600上に位置する。したがってこの一対の被写体像をイメージセンサアレイ310a、310bで光電変換して電気信号に換え、これらの信号を演算処理して一対の被写体像の相対距離を求ることにより撮影レンズ91の焦点調節状態、つまり交換レンズ90により鮮銳な像が形成される位置が、CCD26の等価面600に対してどの方向にどれだけ離れているか、つまりズレ量が求められる。図16において焦点検出領域は、イメージセンサアレイ310a、310bが再結像レンズ501、502によって逆投影されて、CCD26の等価面600の近傍で重なった部分に相当する。

撮影画面内における焦点検出領域は以下のように設定される。図17はデジタルスチルカメラの背面に設けられた領域選択スイッチ19a～19dを表す図で

あり、図18は接眼レンズ83を通して観測される画面を表す図である。図18において、5つのマーク9V～9Zが焦点検出領域を示す。焦点検出領域の変更は、半押しスイッチ22が操作されてから所定時間が経過するまでの間に領域選択スイッチ19a～19dが操作されることにより行われる。

半押しスイッチ22が操作されると領域選択スイッチ19a～19dが所定時間有効になり、この間にスイッチ19aが操作されると図18において現在設定されている焦点検出領域9Wの上に位置する焦点検出領域9Vに変更される。続いて領域選択スイッチ19bが操作されると、再び焦点検出領域9Wに変更される。また、領域選択スイッチ19cが操作されると、焦点検出領域9Wに対して左に位置する焦点検出領域9Yに変更される。同様にして、領域選択スイッチ19dを操作することにより、設定されている焦点検出領域9Wに対して右に位置する焦点検出領域9Zに変更することができる。選択された焦点検出領域は、たとえば図18における領域9Yのように他の領域のマークに比べて強調して表示される。撮影者が主要被写体上にあるマーク9V～9Zのいずれかを選択することにより、選択されたマークに対応する撮影画面内の焦点検出領域において上述した焦点位置の調節状態が検出される。

なお、図16は焦点検出の原理を説明するために1つの焦点検出領域について表したものである。図18のように被写界内に複数の焦点検出領域を有する場合は、焦点検出領域に対応して複数の開口が視野マスク900に設けられる。そして、視野マスク900の複数の開口を通過した光束が、それぞれ一対の被写体像として結像されるように光学系が設けられる。

焦点検出装置36による焦点検出動作は、AFロックスイッチ18がオンされると、その時点で検出された焦点調節状態に基づいてレンズ駆動回路37により撮影レンズ91を合焦位置に移動し、撮影処理が終了するまで以降の焦点検出動作を停止する。焦点検出動作で使用される焦点検出領域の情報は、上述したようにホワイトバランス検出を行う領域としても使用される。すなわち、色センサ186上の点186V～186Zが焦点検出領域9V～9Zにそれぞれ対応する。たとえば、図18において領域9Yが焦点検出領域に選択された場合は、上述したホワイトバランス検出において、図14の点186Yを中心とする横6画素×

縦4画素の方形領域内に存在するG、BおよびR色の色データが色センサ186から読出される。焦点検出領域の情報およびAFロックスイッチ18の操作状態は、CPU21からホワイトバランス検出回路135にも送られる。

図19は本実施の形態によるホワイトバランス検出処理を表すフローチャートである。ステップS201において、AFロックスイッチ18がオンされているか否かが判定される。否定判定される(ステップS201のN)とステップS202へ進み、肯定判定される(ステップS201のY)とステップS210へ進む。ステップS202において、色センサ186で信号電荷が蓄積され、蓄積された電荷信号がA/D変換回路135Bでデジタルデータに変換される。ステップS203において、焦点検出装置36で焦点検出が行われる焦点検出領域の位置情報がメモリ135Dから読出される。ステップS204において、焦点検出領域に対応する色センサ186上の位置を中心とする所定領域内のR、GおよびB色の画素データについて、それぞれR色データとG色データの比、B色データと/G色データの比が算出される。

ステップS205において、注目画素iの中に肌色らしいデータがあるか否かが上式(7)、(8)を用いて判定される。両式を満足する注目画素jが1つ以上検出された場合に肯定判定(ステップS205のY)されてステップS206へ進む。ステップS206では上式(7)、(8)により検出されたm組のR/GおよびB/Gの平均値が上式(9)、(10)により算出される。

ステップS207において、算出されたR/GおよびB/Gの平均値に基づいてメモリ135Dから相関色温度が読出される。ステップS208において、Rデータに対するホワイトバランス調整用Rゲイン、およびBデータに対するホワイトバランス調整用Bゲインが、図7の相関色温度およびホワイトバランス調整用ゲインの関係から決定される。決定されたRゲインおよびBゲインはメモリ135Dに記憶される。ステップS209において、ホワイトバランス調整用のRゲインおよびBゲインが画像処理CPU29へ送出されて、図19の処理が終了する。

上述したステップS205において、否定判定された(ステップS205のN)場合はステップS211へ進み、メモリ135Dに記憶されている所定のホワイ

トバランス調整用のRゲインおよびBゲインが読出される。これらRゲインおよびBゲインは、デフォルト値としてあらかじめメモリ135Dに記憶されているものである。

一方、上述したステップS201において肯定判定された場合に進むステップS210では、前回ステップS208で記憶されたRゲインおよびBゲインがメモリ135Dから読出される。つまり、AFロックスイッチ18がオンされている場合は、新たにホワイトバランス調整係数の演算を行わない。AFロックスイッチ18がオンされたとき、その時点で検出された肌色らしい色に基づいてホワイトバランス調整係数を決定し、撮影処理が終了するまでの以降のホワイトバランス検出動作を停止する。AFロックスイッチ18の操作状態はCPU21からホワイトバランス検出回路135にも送られる。

このように構成されたデジタルスチルカメラの動作について説明する。図20は撮影処理を表すフローチャートである。ステップS301において、AFロックスイッチ18がオンされているか否かが判定される。否定判定される(ステップS301のN)とステップS302へ進み、肯定判定される(ステップS301のY)とステップS303へ進む。ステップS302において、焦点検出装置36により焦点調節状態が検出され、検出された焦点調節状態に基づいてレンズ駆動装置37がレンズ91を合焦位置へ駆動する。ステップS303において、上述した図19のホワイトバランス検出処理が行われる。

ステップS304において、CCD26の各画素が受光信号を蓄積し、蓄積終了後、全画素の蓄積電荷が順次読出される。読出された画像データはアナログ信号処理回路27で処理された後、A/D変換回路28でデジタル画像データに変換され、画像処理CPU29に入力される。画像処理CPU29で上述したホワイトバランス調整を含む所定の画像処理が行われ、ステップS305で画像処理後のスルーバイオードがモニタ32に表示される。

ステップS306において半押しスイッチ22が操作されたか否かが判定され、肯定判定される(ステップS306のY)とステップS307へ進み、否定判定される(ステップS306のN)とステップS301へ戻る。ステップS307において被写体の輝度を検出する測光動作が行われる。被写体の輝度検出は色センサ

186から出力されたデータを用いてCPU135Cで行われる。CPU135Cが検出した輝度データをCPU21に出力すると、CPU21は輝度データに基づいて露出演算を行う。ステップS308でAFロックスイッチ18がオンされているか否かが判定される。否定判定される(ステップS308のN)とステップS309へ進み、肯定判定される(ステップS308のY)とステップS310へ進む。

ステップS309において、焦点検出装置36により焦点調節状態が検出され、検出された焦点調節状態に基づいてレンズ駆動装置37がレンズ91を合焦位置へ駆動する。ステップS310において全押しスイッチ23が操作されたと判定される(ステップS310のY)と、クイッククリターンミラーが跳ね上がり、ステップS311以降の撮影シーケンスが開始される。一方、否定判定される(ステップS310のN)とステップS317へ進み、タイムアウト判定が行われる。ステップS317でタイムアウト判定されない(ステップS317のN)場合はステップS310へ戻り、タイムアウト判定された(ステップS317のY)場合は撮影シーケンスを行わずに図20の処理を終了する。

ステップS311において、CCD26の各画素が受光信号を蓄積し、蓄積終了後、全画素の蓄積電荷が順次読出される。ステップS312において、読出された画像データはアナログ信号処理回路27で処理された後、A/D変換回路28でデジタル画像データに変換され、画像処理CPU29に入力される。次にステップS313に進み、上述したホワイトバランス調整、 γ 階調補正、JPEGフォーマット化処理などが画像処理CPU29で行なわれる。画像処理が終了するとステップS314に進み、画像処理後の画像データをいったんバッファメモリ30に記憶するとともに、モニタ32にフリーズ画像を表示する。ステップS315において、バッファメモリ30から画像データを読み込んでJPEG圧縮回路33でデータを圧縮する。ステップS316では、圧縮した画像データをメモリカード34に記憶して図20の処理を終了する。

上記の説明では、自然光の下で撮影する場合を想定して説明したが、蛍光灯の下で撮影する場合にはホワイトバランス調整用ゲインを調整する必要が生じる。一般に、自然光の下で撮影したときより蛍光灯の下で撮影したときの方が、撮影

されたRGBデータの色温度が高くなる。この色温度差は図7のRゲインおよびBゲインの値を所定量補正することで補正できる。そこで、RゲインおよびBゲインの値を格納したロックアップテーブルを自然光の下での撮影用と蛍光灯の下での撮影用に2組用意し、撮影者によりあらかじめ設定された撮影光に対応するロックアップテーブルが読出されるようにする。

この第2の実施の形態のデジタルカメラでは次のような利点を有する。

(1) 色センサ186の出力から肌色らしい注目画素jを検出し、検出された注目画素jにおけるR/GおよびB/Gの平均を求め、R/G-B/G座標上のデータに変換して相関色温度を求めるようにした。さらに、求められた相関色温度に応じてホワイトバランス調整用のRゲインおよびBゲインを決定するようにしたので、肌色に対して最適なホワイトバランス調整が行われる。したがって、ポートレート撮影を行う場合に、人物の肌色に対して最適なホワイトバランス調整が背景の色に関係なく行われるようになる。

(2) 上記(1)による肌色らしい注目画素jの検出は、焦点検出装置36で選択された焦点検出領域に対応して色センサ186から読出される色データを用いて行うようにした。つまり、図18において焦点検出領域9Yが選択された場合は、図14における点186Yを中心とする横6画素×縦4画素の方形領域内に存在するG、BおよびR色の色データを用いて行うようにした。一般に、焦点検出領域は主要被写体が存在する位置に設定されるので、この領域に対応する色センサ186の色データを用いることにより、ポートレート撮影の場合に肌色らしいデータを検出しやすくする効果が得られる。

(3) AFロックスイッチ18がオンされると、その時点で検出された肌色らしい色に基づいてホワイトバランス調整係数を決定し、撮影処理が終了するまでの以降のホワイトバランス検出動作を停止するようにした。たとえば、選択されている焦点検出領域に主要被写体が位置するようにしてAFロックスイッチ18をオンし、その後カメラをパンして撮影すれば、主要被写体を焦点検出領域から外して撮影する場合でも、主要被写体に対する最適なホワイトバランス調整係数および合焦状態が保持される。

(4) 色センサ186はファインダー装置80内に配設されたようにしたので、

全押しスイッチ23の操作によりミラー71がミラーアップされる前に色センサ186でホワイトバランス検出用データを受光し、ホワイトバランス調整用ゲインを決定して画像処理CPU29へ送出しておくことが可能になる。したがって、全押しスイッチ23の操作により行われるステップS311からの撮影シーケンスにおいてホワイトバランス調整用ゲインを決定する必要がないから、撮影シーケンスでホワイトバランス検出用データが受光される場合に比べて撮影処理時間を短縮することができる。

(5) 色センサ186は、ホワイトバランス検出用と被写体の輝度検出の両方に兼用されるようにしたので、兼用しない場合に比べて実装スペースを小さくすることができる上に、コストを低減する効果が得られる。

以上の説明では、一眼レフデジタルスチルカメラについて説明したが、一眼レフでないデジタルカメラにも本発明を適用することができる。この場合、ビームスプリッタやハーフミラーなどを用いてCCD26および色センサ186に被写体像を別々に結像させる。

また、上述した説明では、CCD26および色センサ186を別々に設けたが、CCD26が色センサを兼用するようにしてもよい。この場合には、CCD26で撮像されたデータを用いて上述したようにホワイトバランス調整用ゲインを決定する。そして、レリーズ操作が行われたときに撮像された被写体画像データに対して、上記のホワイトバランス調整用ゲインによりホワイトバランス調整を行う。

上記の説明では、CCD26および焦点検出装置36のイメージセンサ310を別々に設けたが、CCD26がイメージセンサ310を兼用するようにしてもよい。また、イメージセンサ310および色センサ186を別々に設けたが、イメージセンサ310が色センサ186を兼用するようにしてもよい。さらにまた、CCD26がイメージセンサ310および色センサ186を兼用するようにすることもできる。

上述した説明では、CPU135Cで色情報を検出するとき、色センサ186上の焦点検出領域に対応する位置を中心とした横6画素×縦4画素の方形領域内から色データを読み出し、読み出されたR、GおよびB色の色データについて、それ

ぞれR色データとG色データの比、B色データと／G色データの比を算出するようにした。しかしながら、上記の方形領域内の色データの代わりに、色センサ186上の焦点検出領域に対応する位置に近接する1組のR、G、B色データを読み出し、この1組の色データを用いてR／GおよびB／Gを算出してもよい。

以上の説明では、肌色らしい注目画素jの検出を行う際に、焦点検出装置36で選択された焦点検出領域に対応させて行うようにした。しかしながら、デジタルカメラが被写界中に複数の測光領域を有し、選択されたいずれか1つの測光領域でスポット測光動作を行う場合には、選択されている測光領域に対応して肌色らしい注目画素jの検出を行うようにすることもできる。本実施の形態では、色センサ186から出力される色データの値の大きさから被写体の輝度を検出し、検出された輝度値に基づいて露出演算が行われる。そこで、測光領域に対応して色センサ186から読み出された色データを用いて輝度検出とホワイトバランス検出の両方を行うようにすればよい。通常、スポット測光領域は主要被写体に合わせて設定されるので、スポット測光領域に対応して色センサ186から読み出された色データを用いることにより、ポートレート撮影の場合に肌色らしいデータが検出しやすくなる効果が得られる。

また、図19のフローチャートのステップS201において、AFロックスイッチ18がオンされているか否かが判定され、オンされていると判定されるとステップS210へ進み、撮影処理が終了するまでの以降のホワイトバランス検出動作を停止するようにした。このステップS201において、AFロックスイッチ18に代えて、AEロックスイッチ17がオンされているか否かを判定するようにしてもよい。この場合、AEロックスイッチ17がオンされると、その時点で検出された肌色らしい色に基づいてホワイトバランス調整係数を決定し、撮影処理が終了するまでの以降のホワイトバランス検出動作を停止する。たとえば、被写界の中央に主要被写体が位置するようにしてAEロックスイッチ17をオンし、その後カメラをパンして撮影すれば、主要被写体を被写界の中央から外して撮影する場合でも、主要被写体に対して最適なホワイトバランス調整および露出演算値が保持される。測光領域の情報およびAEロックスイッチ17の操作状態は、CPU21からホワイトバランス検出回路135にも送られる。

さらにまた、図19のステップS201を省略するようにしてもよい。この場合には、AFロックスイッチ18の操作状態にかかわらず、常にステップS202以降のホワイトバランス検出動作が行われるようになる。さらにまた、図20のフローチャートのステップS301およびS308を省略するようにしてもよい。この場合には、ステップS302およびステップS309において焦点検出装置36による焦点検出動作が行われるようになる。

09503912-00015000

WHAT IS CLAIMED IS:

1.

撮影レンズを通過する被写体像を撮像して画像データを出力する撮影用撮像装置と、

前記撮影レンズに対して前記撮影用撮像装置と共に位置に配設され、前記被写体像を受光してシーン解析用画像データを出力する解析用撮像装置と、

前記解析用撮像装置の大きな領域の画像データおよび前記解析用撮像装置の小さな領域の画像データの少なくとも一方を用いてゲインを算出するゲイン算出部と、

前記撮影用撮像装置から出力された画像データに対して前記ゲイン算出部で算出されたゲインをかけてゲイン調整を行うゲイン調整部とを備える電子カメラ。

2.

請求項 1 の電子カメラにおいて、

前記大きな領域は、前記解析用撮像装置の撮像領域を、第 1 の所定数の画素を含む領域を 1 単位として分割した複数の第 1 領域であり、

前記小さな領域は、前記解析用撮像装置の撮像領域を、前記第 1 の所定数よりも少ない第 2 の所定数の画素を含む領域を 1 単位として分割した複数の第 2 領域である。

3.

請求項 1 の電子カメラにおいて、

前記ゲイン算出部は、前記大きな領域および小さな領域のいずれか一方の画像データを、被写体に応じて選択し、選択した領域のデータを用いてゲインを算出する。

4.

請求項 2 の電子カメラにおいて、

前記複数の第 1 領域の中に無彩色の画像データとみなされる領域があるか否かを判定し、無彩色の画像データとみなされる領域がないと判定するときは、さらに、前記複数の第 2 領域の中に肌色の画像データとみなされる領域があるか否かを判定する判定部をさらに備え、

前記判定部により前記無彩色の画像データとみなされる領域があることが判定されていれば、前記ゲイン算出手段は、その無彩色の画像データとみなされる領域の画像データに基づいて、前記ゲインを算出し、

前記判定部により前記肌色の画像データとみなされる領域があることが判定されていれば、前記ゲイン算出手段は、その肌色の画像データとみなされる領域の画像データに基づいて、前記ゲインを算出する。

5.

撮影レンズを通過する被写体像を撮像して画像データを出力する撮影用撮像装置と、

前記撮影レンズに対して前記撮影用撮像装置と共に位置に配設され、前記被写体像を受光してシーン解析用画像データを出力する解析用撮像装置と、

前記解析用撮像装置の所定領域の画像データから、あらかじめ定めた一の色の画像データとみなされる領域を検出する検出部と、

前記検出部で検出された領域の画像データの色に基づいてゲインを算出するゲイン算出手段と、

前記撮影用撮像装置から出力された画像データに対して前記ゲイン算出手段で算出されたゲインをかけてゲイン調整を行うゲイン調整部とを備える電子カメラ。

6.

請求項 5 の電子カメラにおいて、

前記検出部は、

(1) 前記解析用撮像装置の撮像領域を、第 1 の所定数の画素を含む領域を 1 単位として分割してなる複数の第 1 領域のなかに、無彩色の画像データとみなされる領域があることを検出するとともに、

(2) 前記解析用撮像装置の撮像領域を、前記第 1 の所定数よりも少ない第 2 の所定数の画素を含む領域を 1 単位として分割してなる複数の第 2 領域のなかに、肌色の画像データとみなされる領域があることを検出する。

7.

請求項 6 の電子カメラにおいて、

前記検出部は、無彩色の画像データとみなされる領域があることを検出できな

いときに、肌色の画像データとみなされる領域の検出を行う。

8.

請求項 5 の電子カメラにおいて、

無彩色によるホワイトバランス調整が適している第 1 の撮影モードと肌色によるホワイトバランス調整が適している第 2 の撮影モードのいずれかを選択する選択部をさらに備え、

前記選択部で選択された撮影モードに応じて、前記検出部で検出する色を選択し、選択した色の画像データを用いてゲインを算出する。

9.

請求項 5 の電子カメラにおいて、

少なくともスナップ撮影モードを選択する選択部をさらに備え、

前記選択部でスナップ撮影モードが選択されているとき、前記検出部では少なくとも無彩色の画像データとみなされる領域を検出し、

前記ゲイン算出部は無彩色の画像データとみなされる領域の画像データに基づいて前記ゲインを算出する。

10.

請求項 5 の電子カメラにおいて、

少なくともポートレート撮影モードを選択する選択部をさらに備え、

前記選択部でポートレート撮影モードが選択されているとき、前記検出部では少なくとも肌色の画像データとみなされる領域を検出し、

前記ゲイン算出部は肌色の画像データとみなされる領域の画像データに基づいて前記ゲインを算出する。

11.

撮影レンズを通過する被写体像を撮像して画像データを出力する撮影用撮像装置と、

前記撮影レンズに対して前記撮影用撮像装置と共に位置に配設され、前記被写体像を受光してシーン解析用画像データを出力する解析用撮像装置と、

前記解析用撮像装置の所定領域の画像データを、色に関する第 1 の座標系および第 2 の座標系のいずれかの座標系の色データに変換する変換部と、

前記変換部で変換された色データに基づいてゲインを算出するゲイン算出部と、前記撮影用撮像装置から出力された画像データに対して前記ゲイン算出部で算出されたゲインをかけてゲイン調整を行うゲイン調整部とを備える電子カメラ。

12.

請求項11の電子カメラにおいて、

前記変換部は、

(1) 前記解析用撮像装置の撮像領域を、第1の所定数の画素を含む領域を1単位として分割してなる複数の第1領域の画像データに対しては、前記第1の座標系による色データに変換するとともに、

(2) 前記解析用撮像装置の撮像領域を、前記第1の所定数よりも少ない第2の所定数の画素を含む領域を1単位として分割してなる複数の第2領域の画像データに対しては、前記第2の座標系による色データに変換する。

13.

請求項11の電子カメラにおいて、

前記無彩色によるホワイトバランス調整が適している第1の撮影モードと前記肌色によるホワイトバランス調整が適している第2の撮影モードのいずれかを選択する選択部をさらに備え、

前記変換部は、前記選択部で選択された撮影モードに応じて、前記解析用撮像装置の所定領域の画像データを前記第1の座標系または第2の座標系の色データに変換する。

14.

請求項11の電子カメラにおいて、

少なくともスナップ撮影モードを選択する選択部をさらに備え、

前記選択部でスナップ撮影モードが選択されているとき、前記変換部は前記解析用撮像装置の所定領域の画像データを第1の座標系の色データに変換する。

15.

請求項11の電子カメラにおいて、

少なくともポートレート撮影モードを選択する選択部をさらに備え、

前記選択部でポートレート撮影モードが選択されているとき、前記変換部は前

記解析用撮像装置の所定領域の画像データを第2の座標系の色データに変換する。

16.

撮影レンズを通過する被写体像を撮像して画像データを出力する撮影用撮像装置と、

前記撮影レンズに対して前記撮影用撮像装置と共に位置に配設され、前記被写体像を受光してシーン解析用画像データを出力する解析用撮像装置と、

前記解析用撮像装置の撮像領域を、第1の所定数の画素を含む領域を1単位として分割してなる複数の第1領域のそれぞれの画像データを、色に関する第1の座標系の色データに変換するか、または、前記解析用撮像装置の撮像領域を、前記第1の所定数よりも少ない第2の所定数の画素を含む領域を1単位として分割してなる、複数の第2領域のそれぞれの画像データを、色に関する第2の座標系の色データに変換する変換部と、

前記変換部で変換された前記第1の座標系または第2の座標系の色データ用いてゲインを算出するゲイン算出部と、

前記撮影用撮像装置から出力された画像データに対して前記ゲイン算出部で算出されたゲインをかけてゲイン調整を行うゲイン調整部とを備える電子カメラ。

17.

請求項16の電子カメラにおいて、

前記無彩色によるホワイトバランス調整が適している第1の撮影モードと前記肌色によるホワイトバランス調整が適している第2の撮影モードのいずれかを選択する選択部をさらに備え、

前記変換部は、前記選択部で選択された撮影モードに応じて、前記シーン解析画像用データを前記第1の座標系または第2の座標系の色データに変換する。

18.

請求項16の電子カメラにおいて、

少なくともスナップ撮影モードを選択する選択部をさらに備え、

前記選択部でスナップ撮影モードが選択されているとき、前記変換部は前記シーン解析用画像データを第1の座標系の色データに変換する。

19.

請求項 1 6 の電子カメラにおいて、

少なくともポートレート撮影モードを選択する選択部をさらに備え、

前記選択部でポートレート撮影モードが選択されているとき、前記変換部は前記シーン解析用画像データを第2の座標系の色データに変換する。

20.

撮影レンズを通過する被写体像を撮像して画像データを出力する撮像装置と、

前記撮影レンズに対して前記撮像装置と共に位置に配設され、前記被写体像を受光して色温度情報を検出する色温度検出部と、

被写界の所定の領域に対応する前記色温度検出部の色温度情報から肌色を検出し、この肌色を用いてゲインを算出するゲイン算出部と、

前記撮像装置から出力された画像データに対して前記ゲイン算出部で算出されたゲインをかけてゲイン調整を行うゲイン調整部とを備える電子カメラ。

21.

請求項 20 の電子カメラにおいて、

被写界内の複数の領域において前記撮影レンズの焦点調節状態を検出する焦点検出部と、

前記複数の領域の中から前記焦点検出部による検出領域を選択する焦点検出領域選択部と、

前記焦点検出部により検出された前記焦点調節状態に基づいて、前記撮影レンズを合焦位置へ駆動するレンズ駆動部とを備え、

前記ゲイン算出部は、前記焦点検出領域選択部により選択された検出領域に対応する前記色温度検出部の色温度情報から肌色を検出し、この肌色を用いてゲインを算出する。

22.

請求項 2 1 の電子カメラにおいて、

前記ゲイン算出部は、前記レンズ駆動部による焦点調節駆動が終了したときに検出している肌色を用いてゲインを算出し、前記ゲイン調整部は、このゲインを前記撮像装置から出力された画像データにかけてゲイン調整を行う。

23.

請求項 20 の電子カメラにおいて、

被写界の複数の領域において前記被写体像の輝度を検出する測光部と、

前記複数の領域の中から前記測光部による測光領域を選択する測光領域選択部とを備え、

前記ゲイン算出部は、前記測光領域選択部により選択された測光領域に対応する前記色温度検出部の色温度情報から肌色を検出し、この肌色を用いてゲインを算出する。

24.

請求項 20 の電子カメラにおいて、

前記ゲイン算出部は、前記肌色が検出できないときは、あらかじめ定めた色に基づいてゲインを算出する。

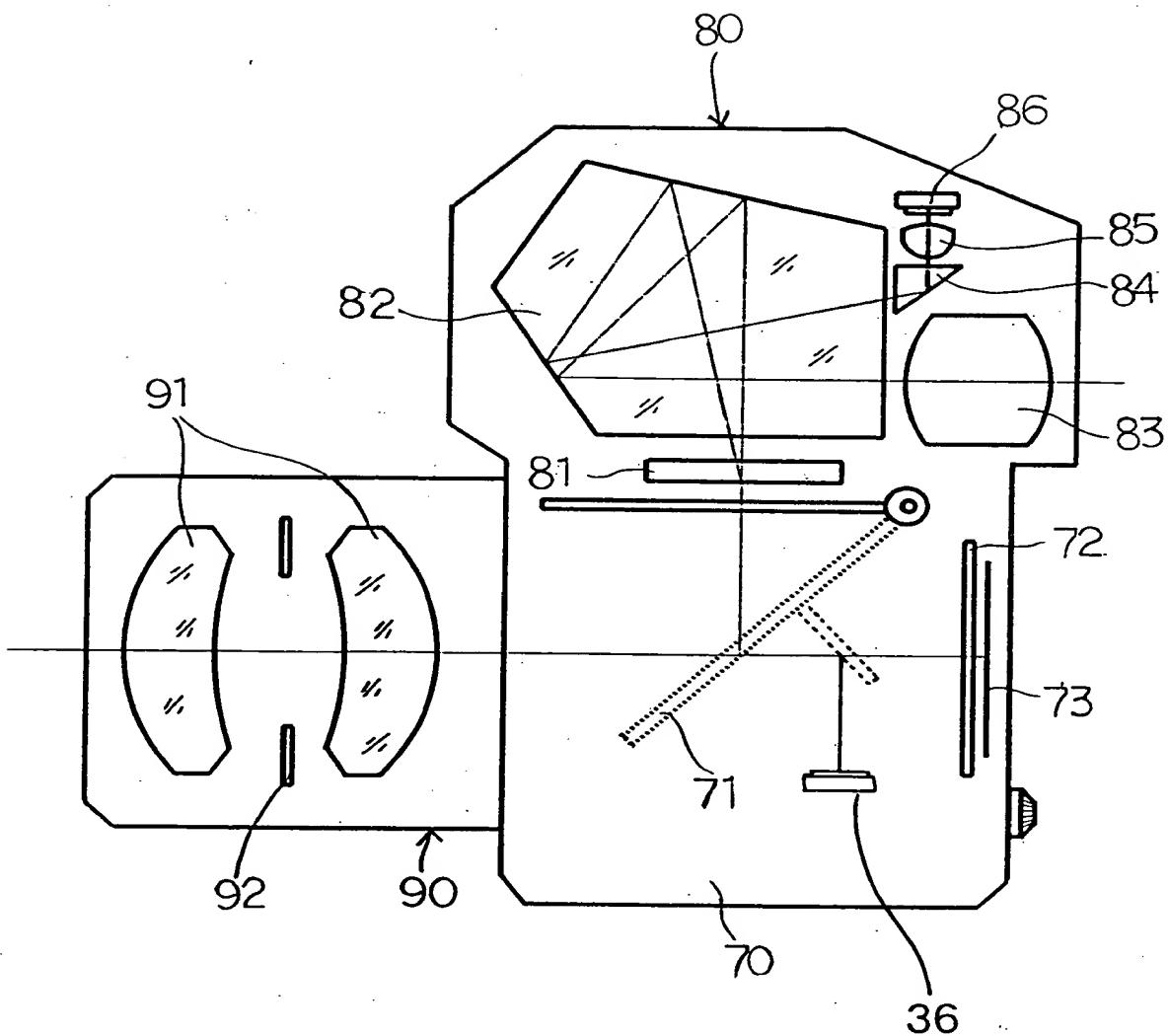
09503617 · 021500

ABSTRACT OF DISCLOSURE

撮影レンズを通過する被写体像を撮像して画像データを出力する撮影用撮像装置と、撮影レンズに対して撮影用撮像装置と共に位置に配設され、被写体像を受光してシーン解析用画像データを出力する解析用撮像装置と、解析用撮像装置から出力されるシーン解析用画像データに基づいてホワイトバランス調整用ゲインを決定するシーン検出処理回路とを備える。シーン検出処理回路で決定されたホワイトバランス調整用ゲインを用いて、撮影用撮像装置から出力される画像データに対してホワイトバランス調整が行われる。

09503912 - 021500

FIG.1



00503043 021500

FP001121US

FIG.2

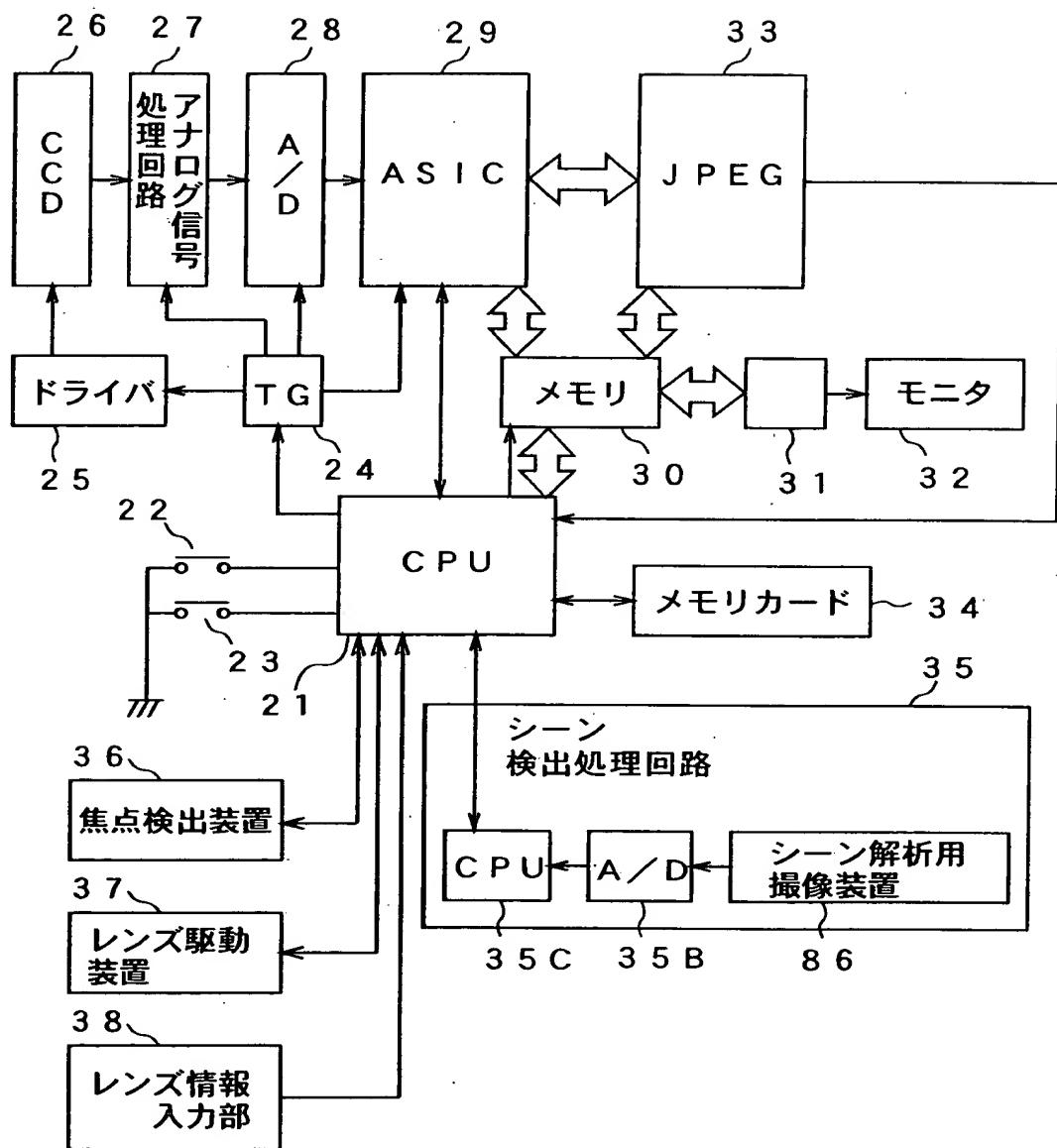


FIG.3

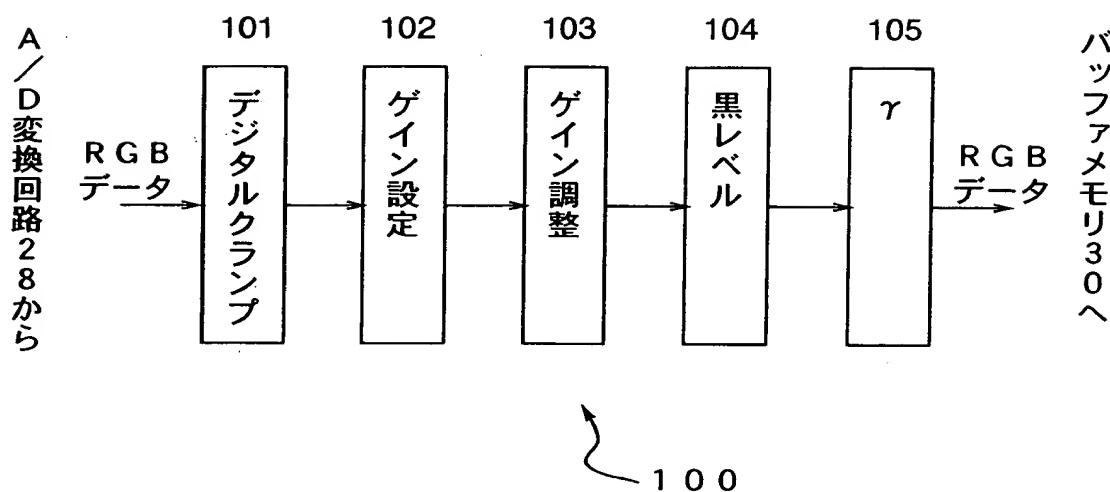
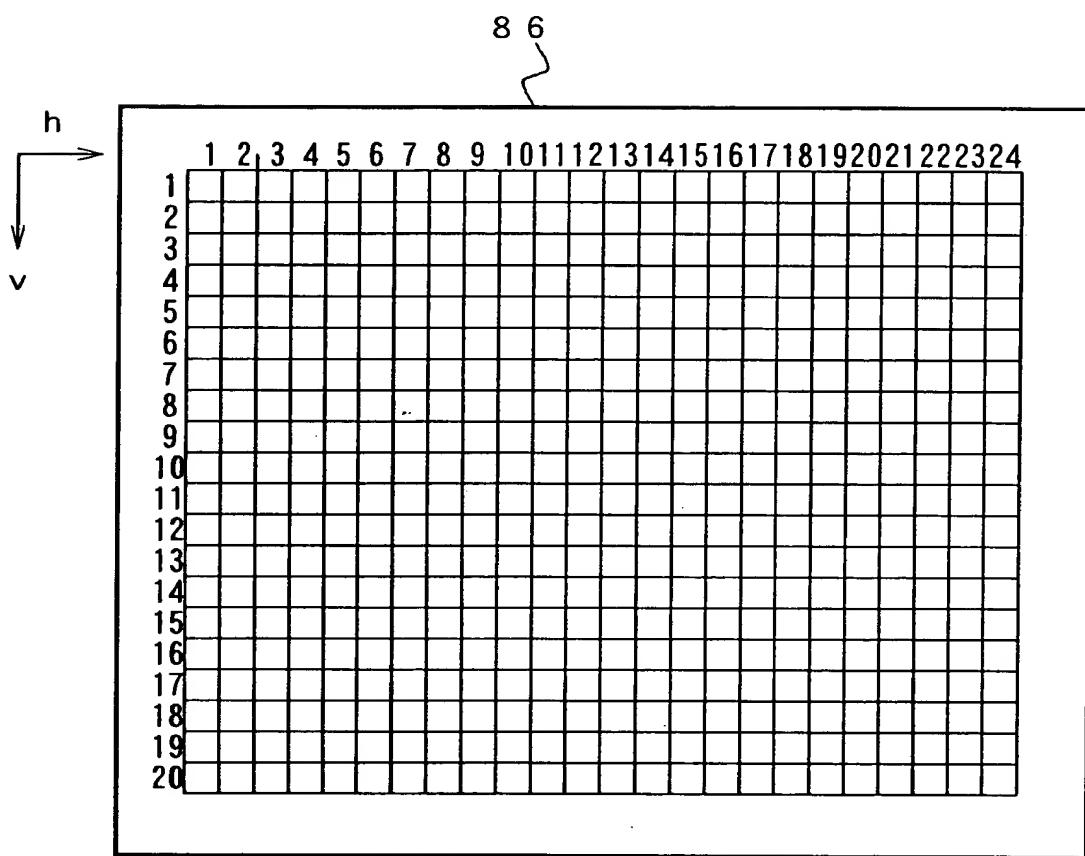


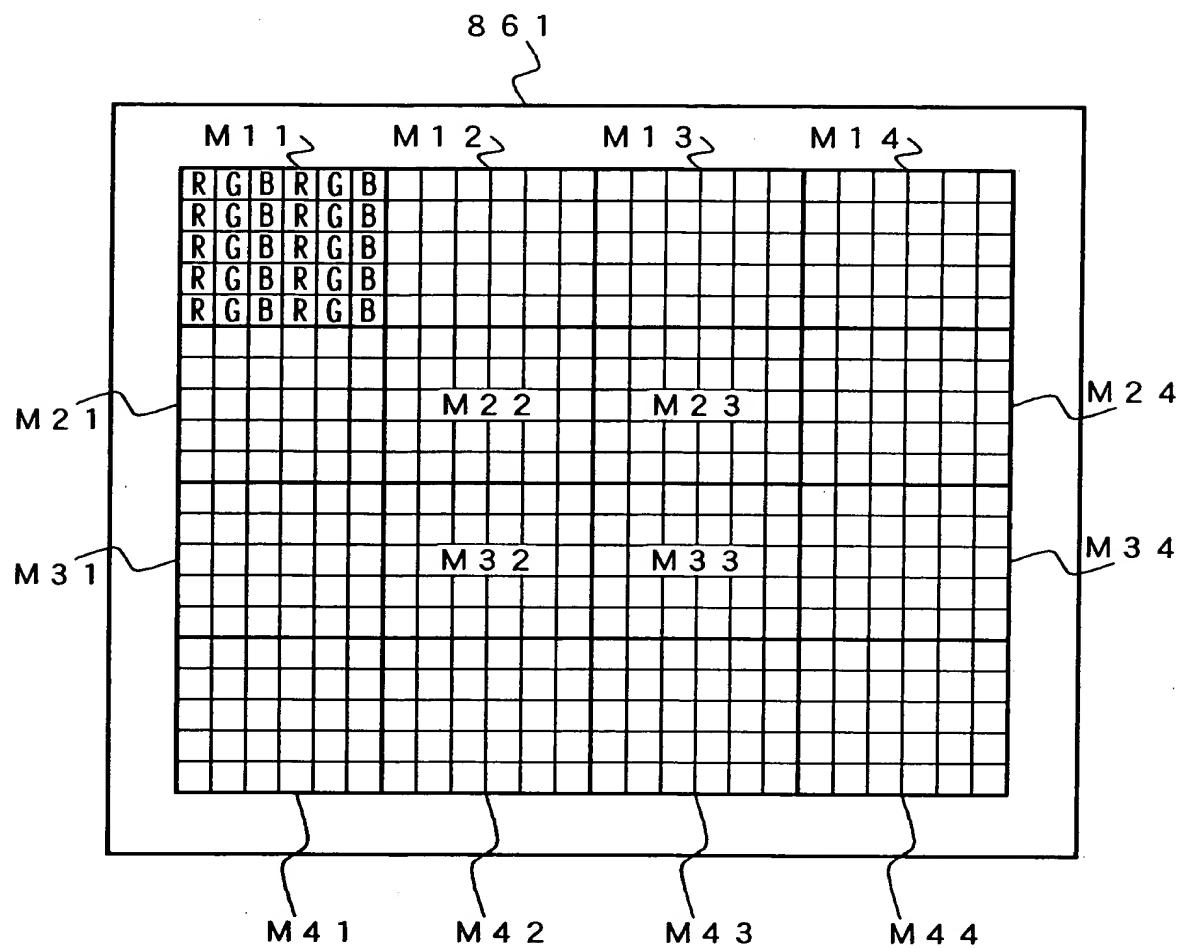
FIG.4



09503912 - 021500

FP001121US

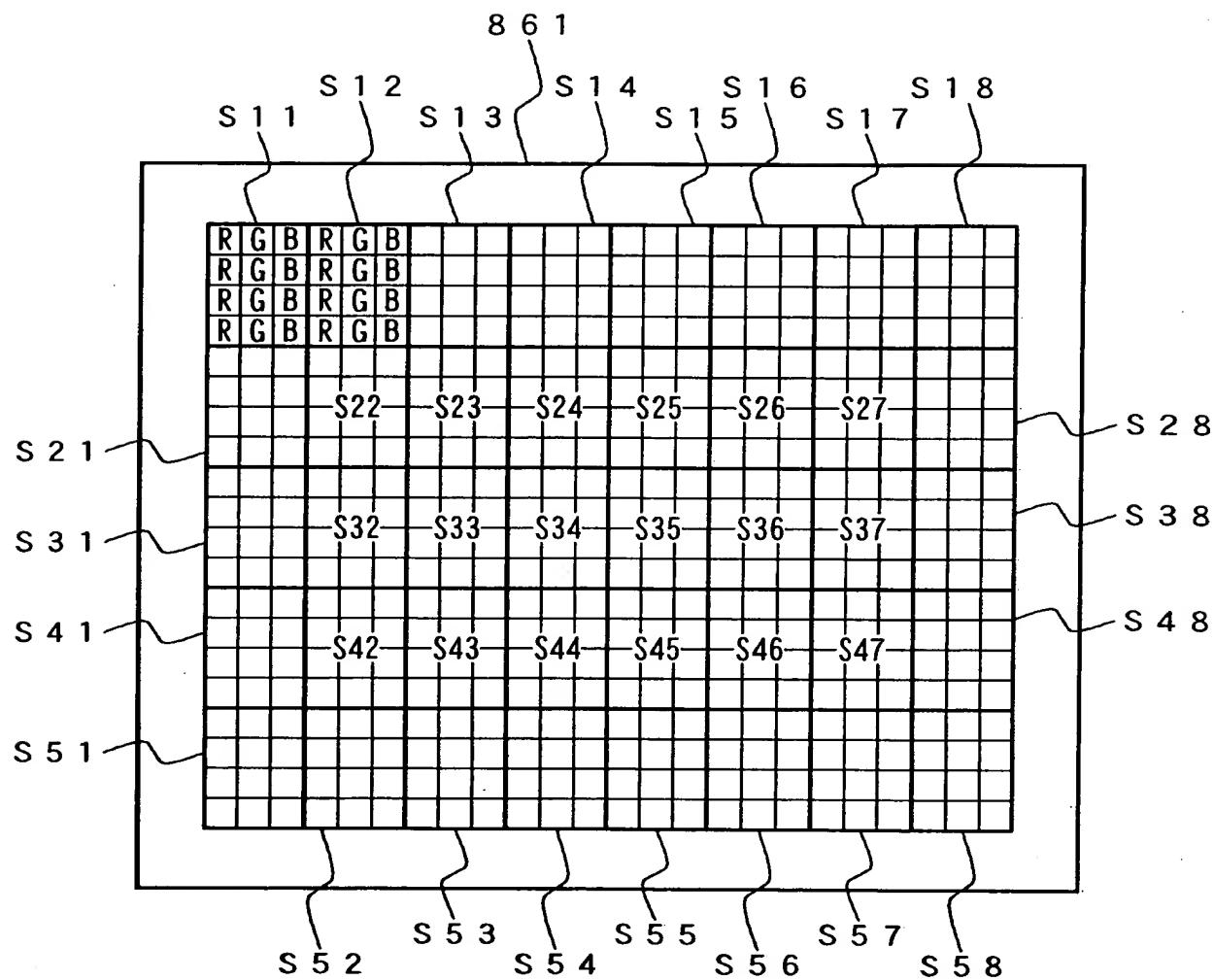
FIG.5



00503917-021500

FP001121US

FIG.6

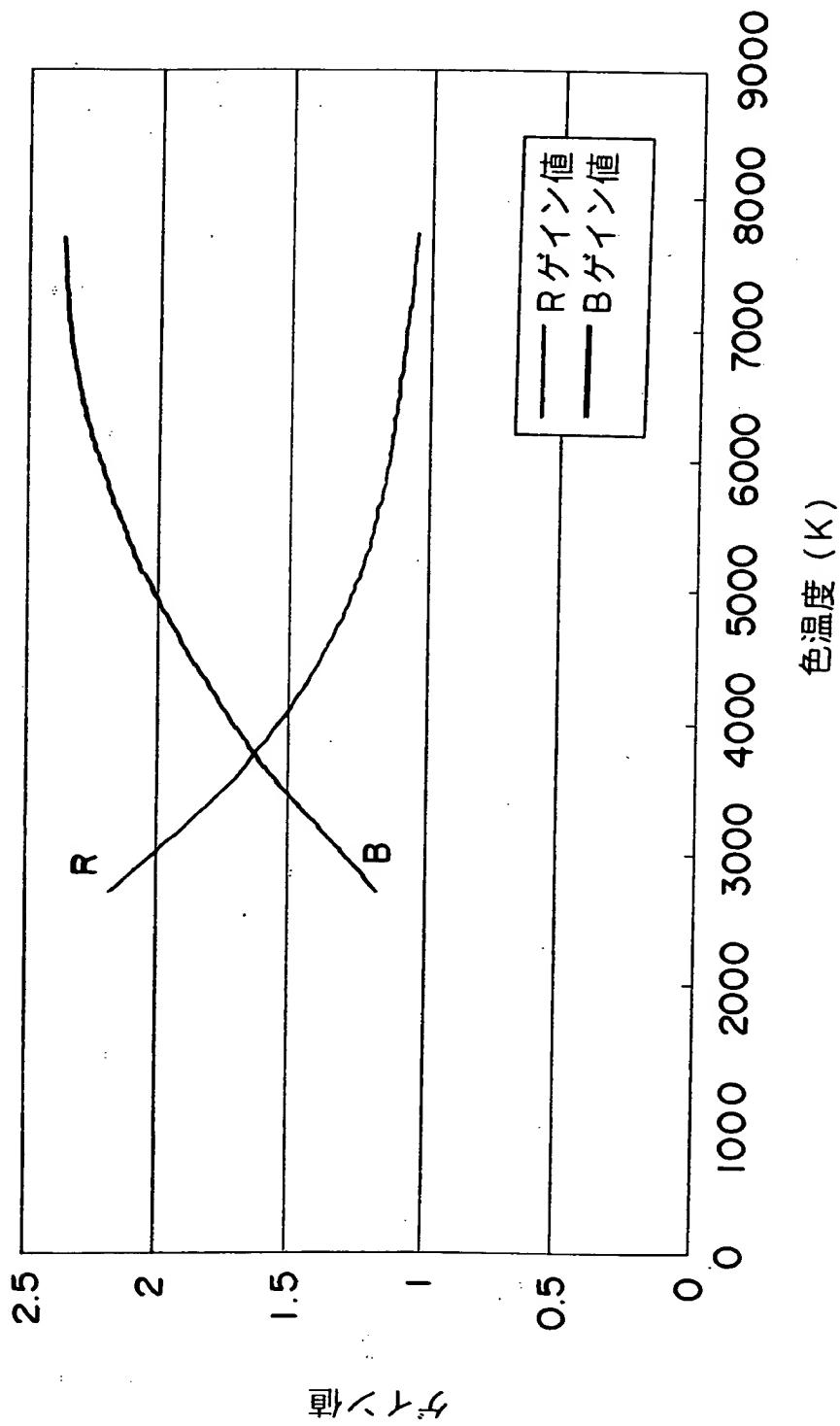


00503912-021500

FP001121US

00003911-021500

FIG.7



FP001121US

FIG.8

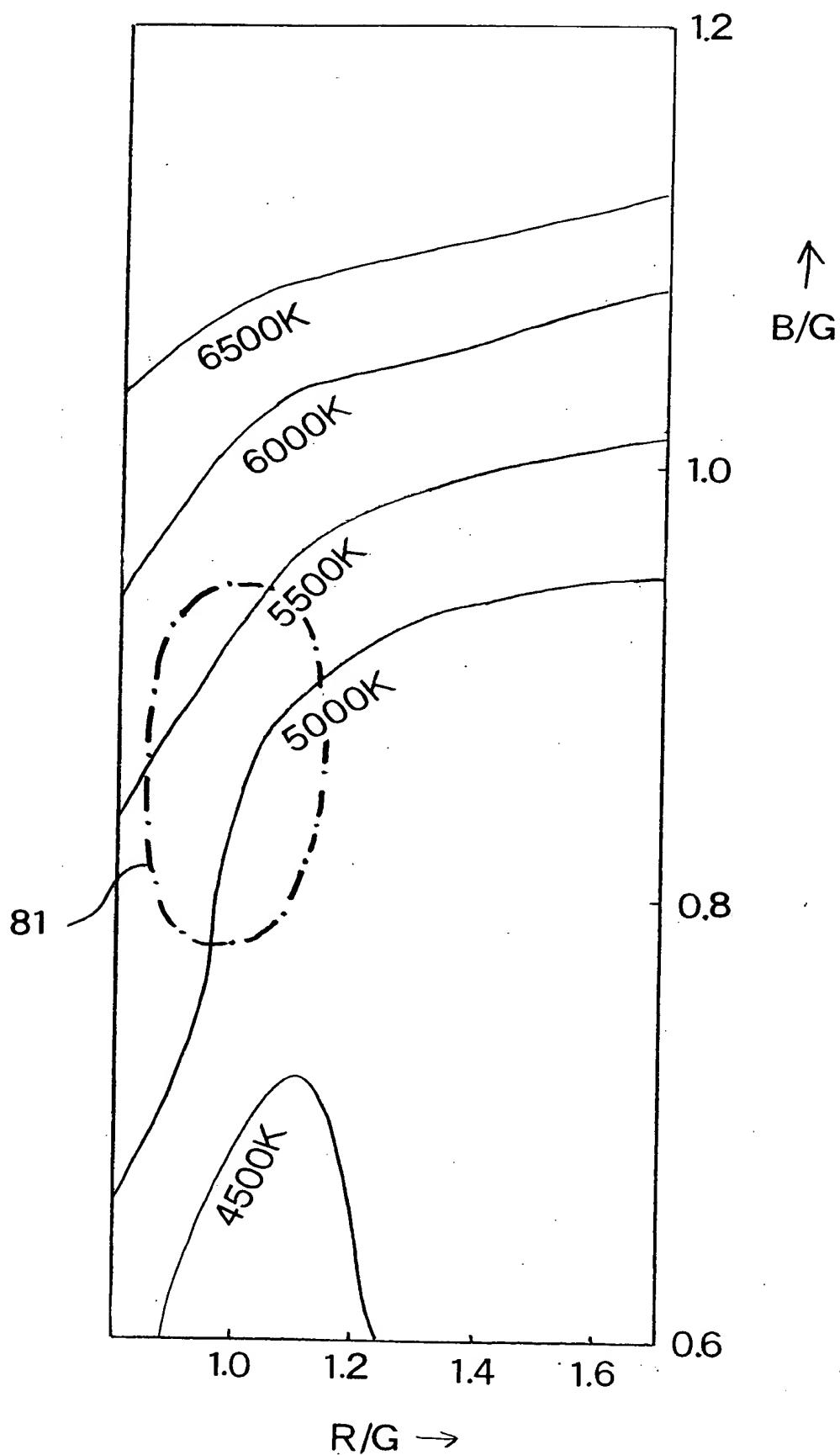


FIG.9

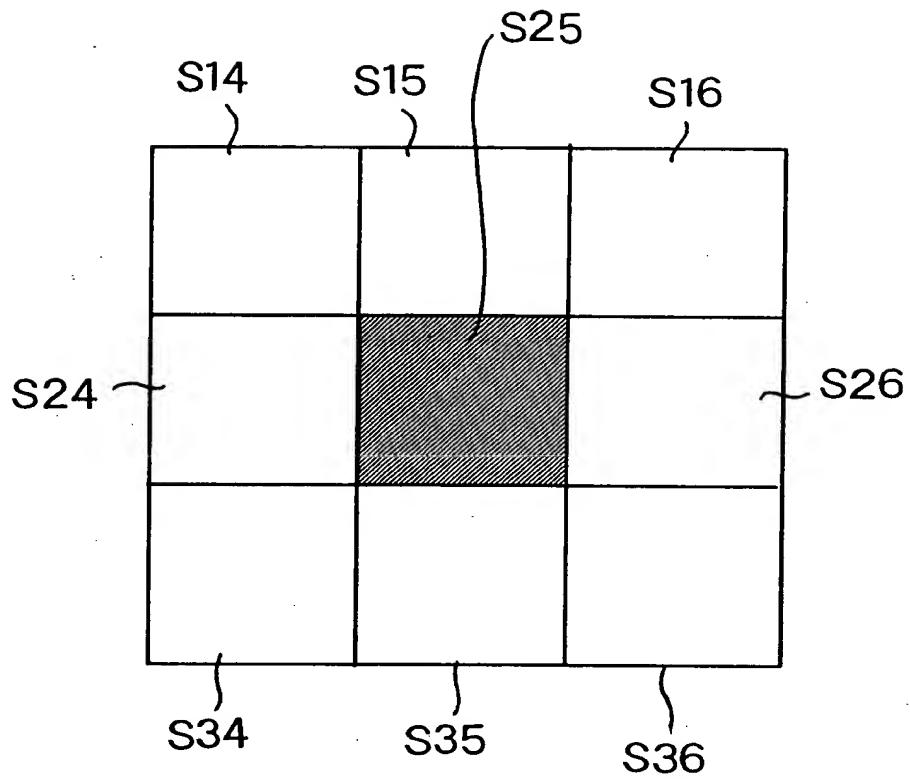


FIG.10

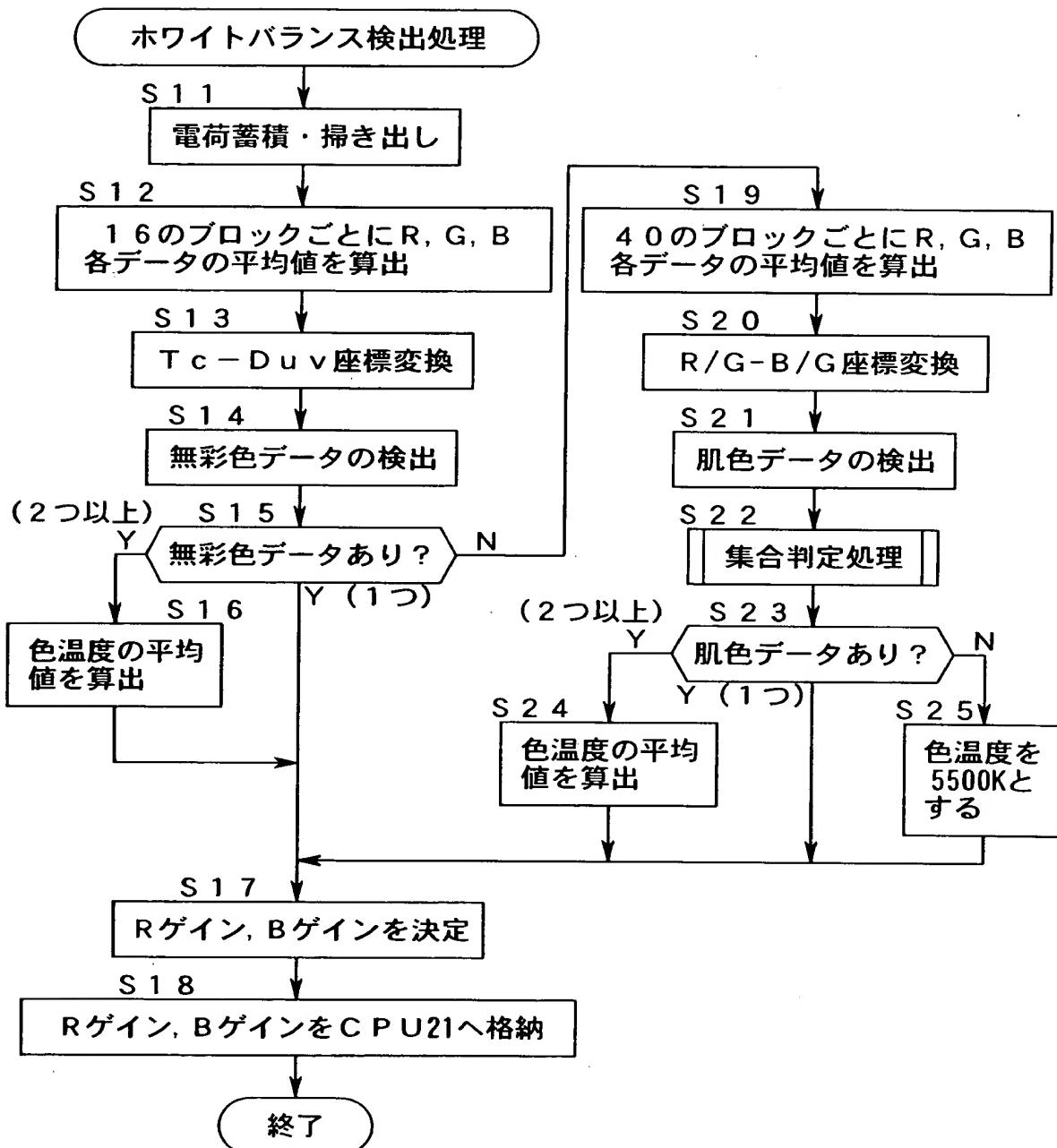


FIG.11

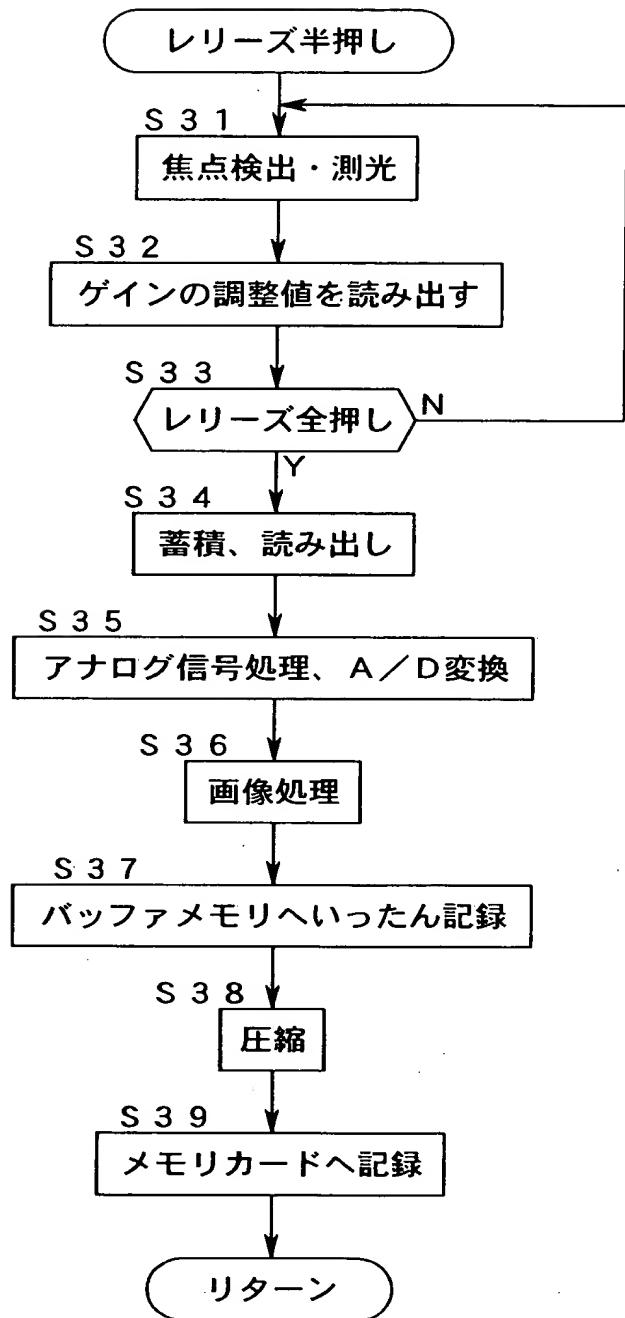


FIG.12

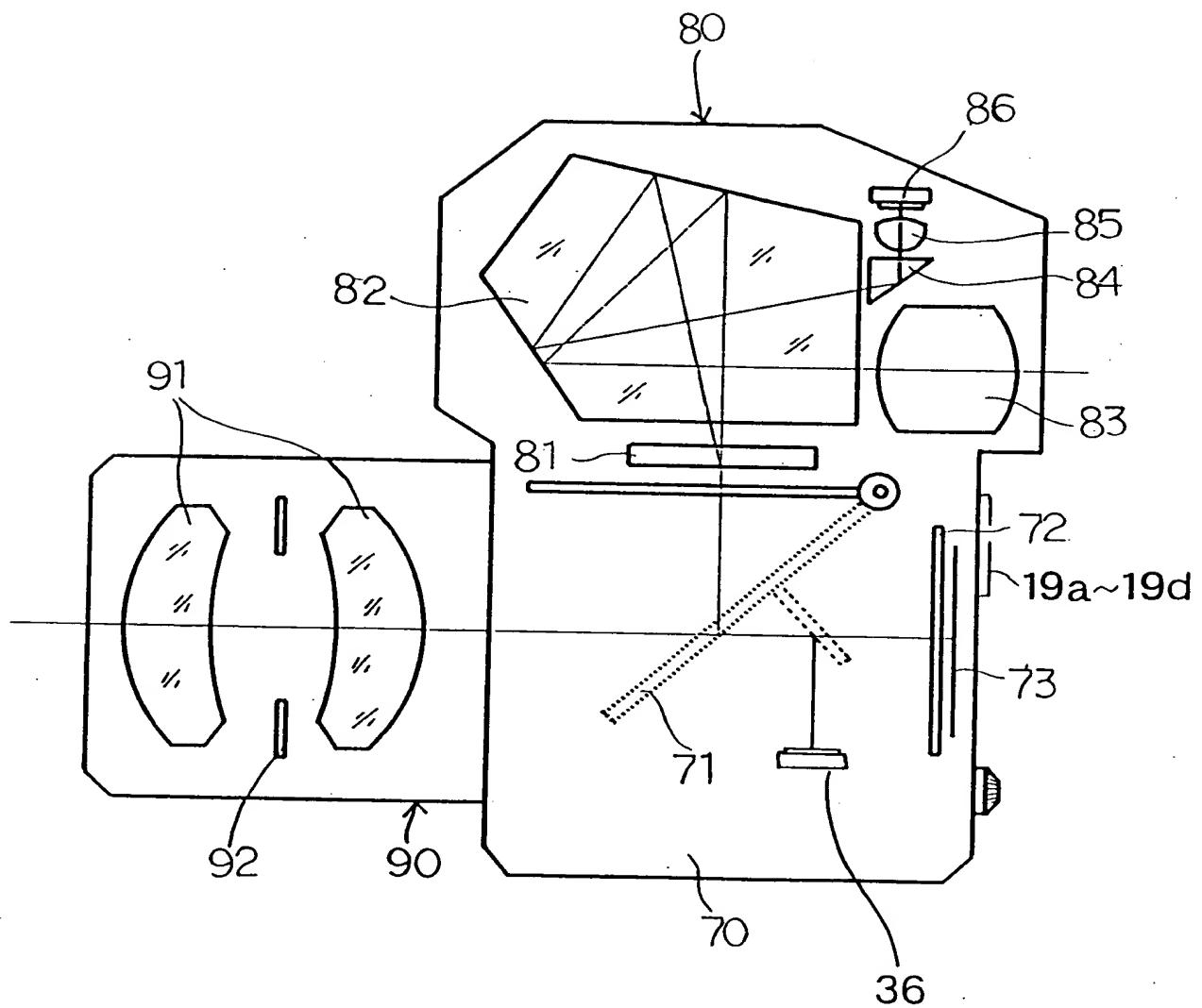


FIG.13

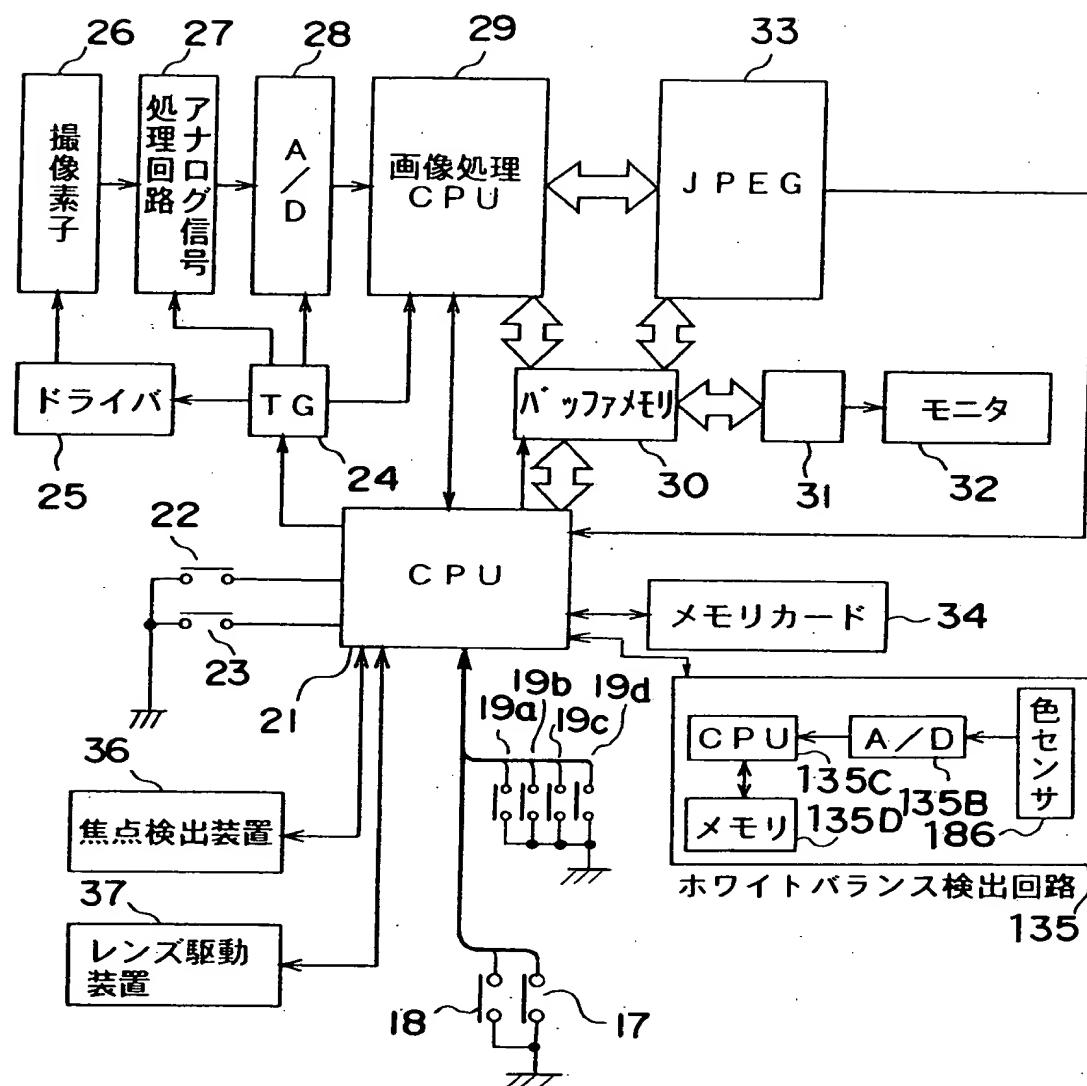


FIG.14

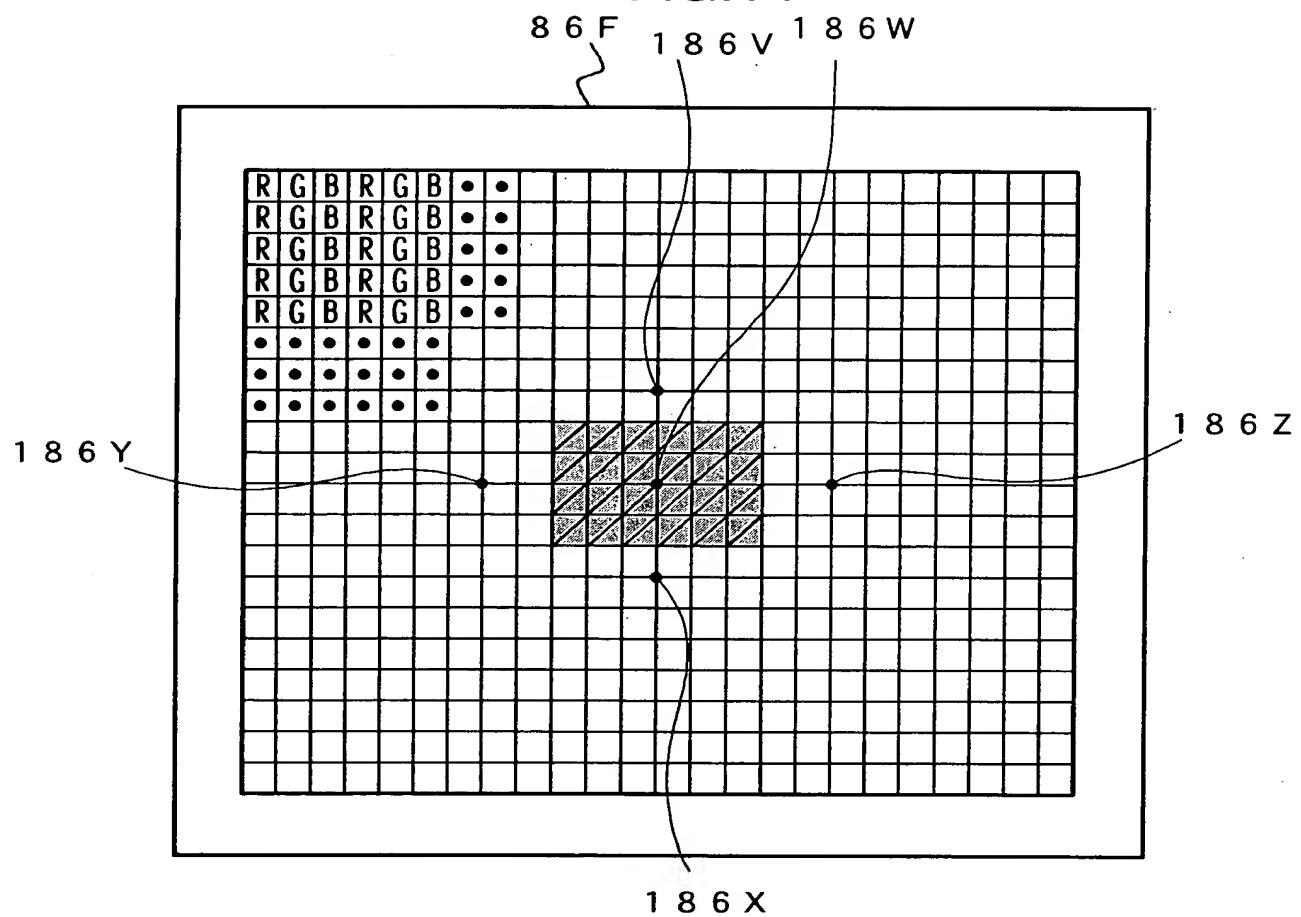
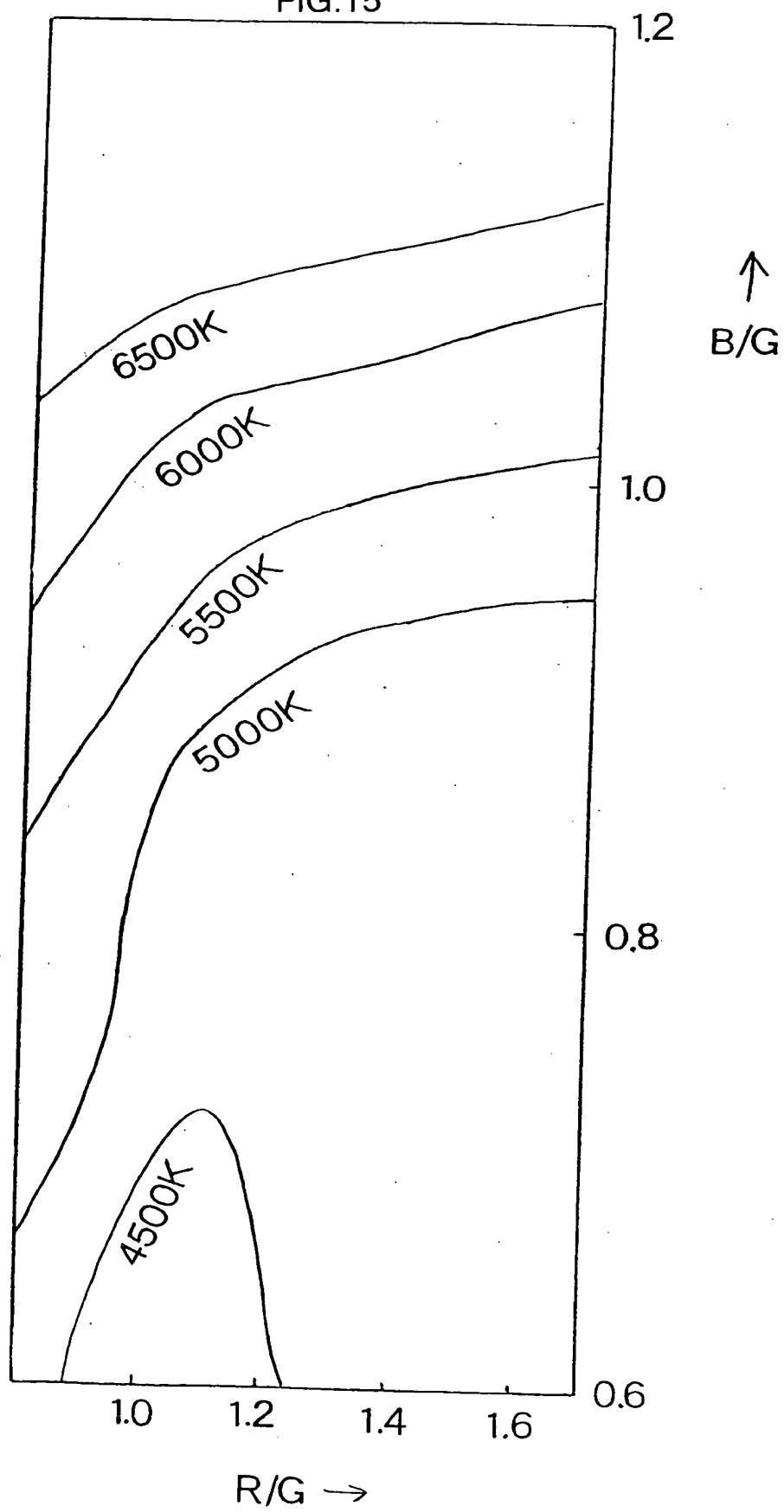


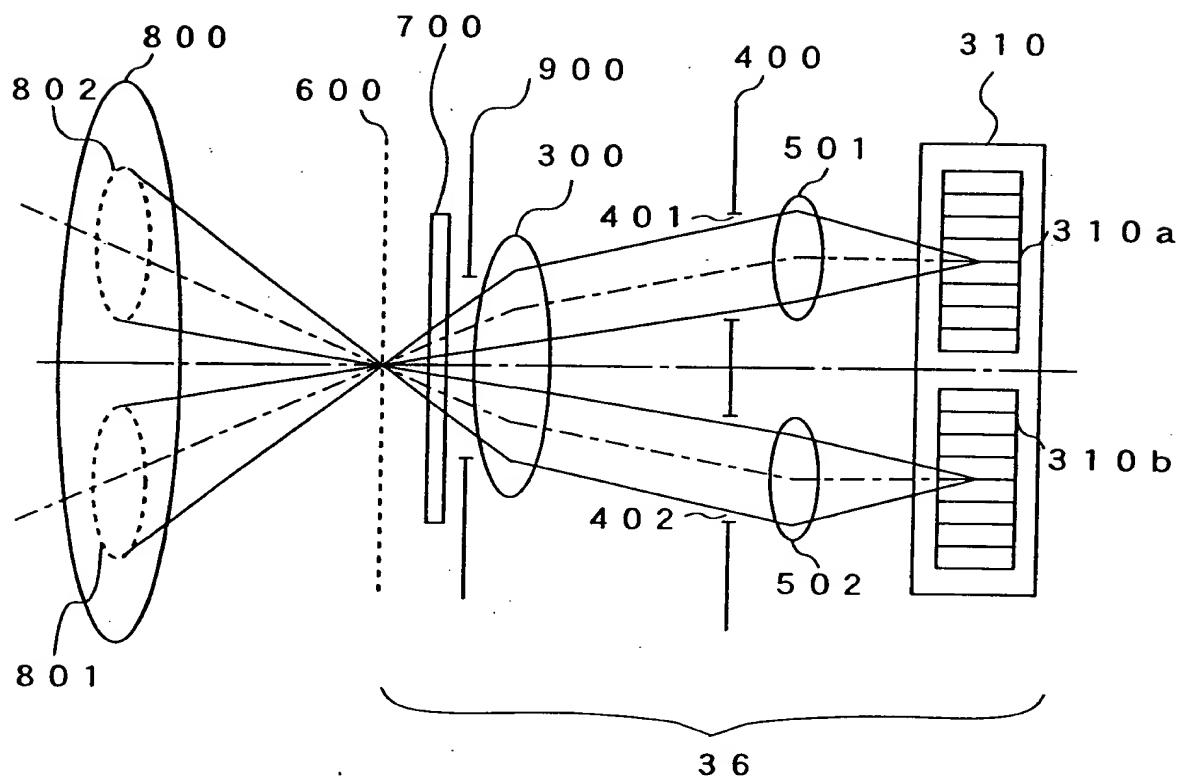
FIG.15

005120-XT6E0560



FP001121US

FIG.16



005120-A7620560

FP001121US

FIG.17

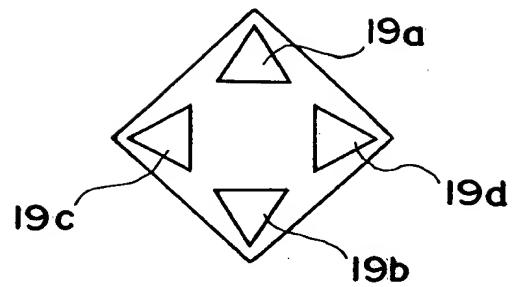


FIG.18

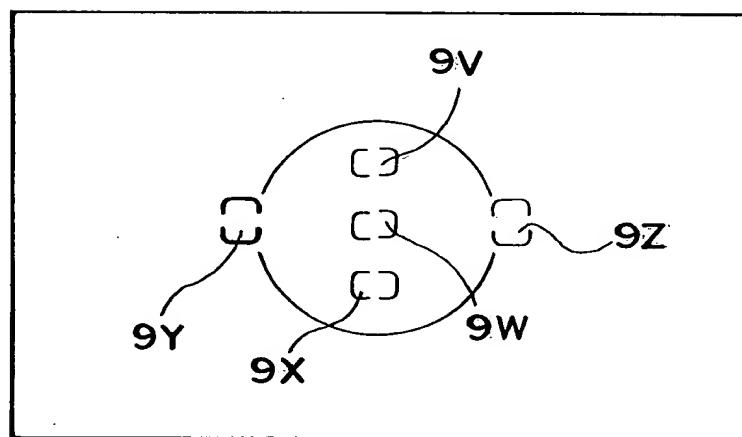


FIG.19

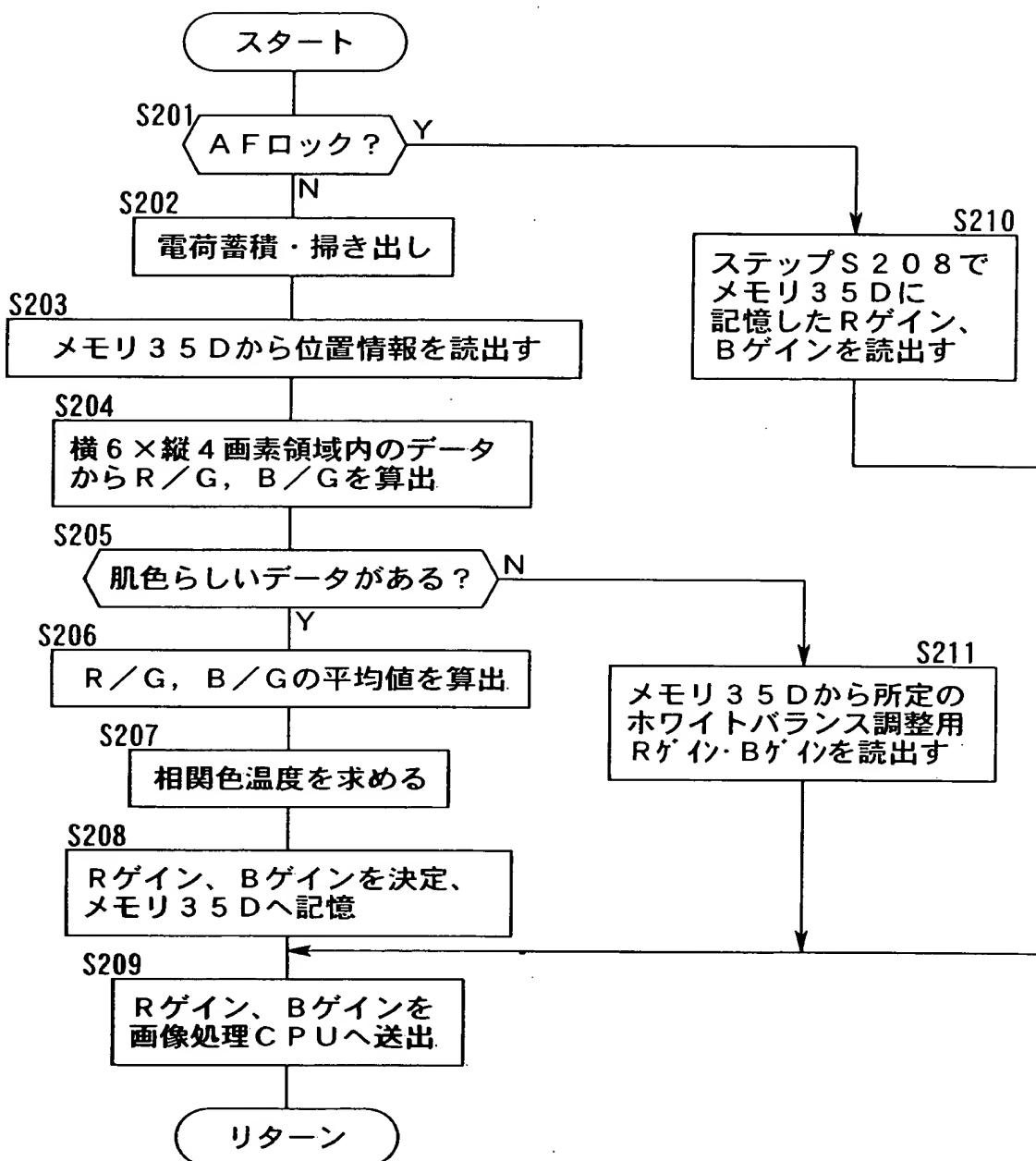


FIG.20

